

PCT

WELTORGANISATION FÜR GEISTIGES EIGENTUM  
Internationales Büro



INTERNATIONALE ANMELDUNG VERÖFFENTLICHT NACH DEM VERTRAG ÜBER DIE  
INTERNATIONALE ZUSAMMENARBEIT AUF DEM GEBIET DES PATENTWESENS (PCT)

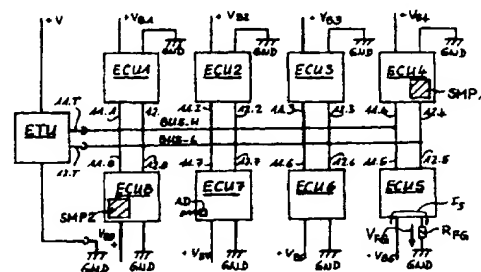
(51) Internationale Patentklassifikation <sup>6</sup> : <b>G01R 31/00, H04L 12/40</b>		A1	(11) Internationale Veröffentlichungsnummer: <b>WO 97/36183</b>
		(43) Internationales Veröffentlichungsdatum:	2. Oktober 1997 (02.10.97)
(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/EP97/01533		(81) Bestimmungsstaaten: JP, KR, US, europäisches Patent (AT, BE, CH, DE, DK, ES, FI, FR, GB, GR, IE, IT, LU, MC, NL, PT, SE).	
(22) Internationales Anmeldedatum: 26. März 1997 (26.03.97)		Veröffentlicht Mit internationalem Recherchenbericht.	
(30) Prioritätsdaten: 196 11 944.8 26. März 1996 (26.03.96) DE PCT/EP96/05088 19. November 1996 (19.11.96) WO (34) Länder für die die regionale oder internationale Anmeldung eingereicht worden ist: DE usw.			
(71) Anmelder (für alle Bestimmungsstaaten ausser US): MERCEDES-BENZ AKTIENGESellschaft [DE/DE]; Mercedesstrasse 136, D-70327 Stuttgart (DE).			
(72) Erfinder; und			
(75) Erfinder/Anmelder (nur für US): REEB, Max [DE/DE]; Helfensteinstrasse 7, D-73066 Uhingen (DE).			
(74) Anwälte: WEISS, Klaus usw.; Mercedes-Benz Aktiengesellschaft, Patentstrategie EP/VP C106, D-70322 Stuttgart (DE).			

(54) Title: PROCESS FOR TESTING AND ENSURING THE AVAILABILITY OF A NETWORKED SYSTEM

(54) Bezeichnung: VERFAHREN ZUR PRÜFUNG UND SICHERUNG DER VERFÜGBARKEIT EINES VERNETZTEN SYSTEMS

(57) Abstract

The present invention relates to a process for testing and ensuring the availability of a networked system allocated to a system support in which a plurality of subscribers exchanges data via a bus network consisting of one or more lines, where at least individual subscribers transmit data via the line(s) by the application to the line(s) by the corresponding subscribers of given voltage levels and where the data are evaluated in at least one receiving subscriber by means of voltage levels, where the line(s) is/are monitored for varying above or below voltage levels by the at least one receiving subscriber. According to the invention, signals on the bus net are discriminated or tested or measured in conditions defined for all subscribers network-wide by individual subscribers during the operation of the system in accordance with at least one signal criterion, where characteristic status data are generated for each signal criterion with regard to each subscriber and assembled and arranged in at least one status map for the system, where said status data characterise both the current status and at least one earlier status with regard to the tested subscriber with respect of the at least one criterion. At least one degree of error deviation of the networked system in relation to the at least one criterion is obtained from these status data.



(57) Zusammenfassung

Die vorliegende Erfindung betrifft ein Verfahren zur Prüfung und Sicherung der Verfügbarkeit eines einem Systemträger zugeordneten, vernetzten Systems, in welchem eine Mehrzahl von Teilnehmern über ein aus einer oder mehreren Leitungen bestehendes Busnetz Daten austauschen, wobei zumindest einzelne Teilnehmer Daten über die Leitung bzw. die Leitungen senden, indem die Leitung bzw. die Leitungen von den entsprechenden Teilnehmern mit bestimmten Spannungspegeln beaufschlagt wird bzw. werden und wobei die Daten in wenigstens einem empfangenden Teilnehmer anhand von Spannungspegeln ausgewertet werden, indem die Leitung bzw. die Leitungen von dem wenigstens einen empfangenden Teilnehmer auf das Über- bzw. Unterschreiten von Spannungspegeln überwacht wird bzw. werden. Erfindungsgemäß werden auf dem Busnetz anstehende Signale unter netzweit für alle Teilnehmer definierten Bedingungen von einzelnen Teilnehmern während des Betriebs des Systems bezüglich wenigstens eines Signalkriteriums diskriminiert oder geprüft oder gemessen, wobei jeweils für jedes Signalkriterium bezüglich eines jeden Teilnehmers charakteristische Zustands-Daten erzeugt und in wenigstens einer Zustands-Map des Systems gesammelt und angeordnet werden, wobei diese Zustands-Daten sowohl den aktuellen als auch wenigstens einen früheren Zustand hinsichtlich der geprüften Teilnehmer bezüglich des wenigstens einen Kriteriums charakterisieren. Aus diesen Zustands-Daten wird wenigstens ein Fehlerabstandsmaß des vernetzten Systems bezüglich des wenigstens einen Kriteriums gewonnen.

# LEDIGLICH ZUR INFORMATION

Codes zur Identifizierung von PCT-Vertragsstaaten auf den Kopfbögen der Schriften, die internationale Anmeldungen gemäss dem PCT veröffentlichen.

AL	Albanien	ES	Spanien	LS	Lesotho	SI	Slowenien
AM	Armenien	FI	Finnland	LT	Litauen	SK	Slowakei
AT	Österreich	FR	Frankreich	LU	Luxemburg	SN	Senegal
AU	Australien	GA	Gabun	LV	Lettland	SZ	Swasiland
AZ	Aserbaidshan	GB	Vereinigtes Königreich	MC	Monaco	TD	Tschad
BA	Bosnien-Herzegowina	GE	Georgien	MD	Republik Moldau	TG	Togo
BB	Barbados	GH	Ghana	MG	Madagaskar	TJ	Tadschikistan
BE	Belgien	GN	Guinea	MK	Die ehemalige jugoslawische Republik Mazedonien	TM	Turkmenistan
BF	Burkina Faso	GR	Griechenland	ML	Mali	TR	Türkei
BG	Bulgarien	HU	Ungarn	MN	Mongolei	TT	Trinidad und Tobago
BJ	Benin	IE	Irland	MR	Mauritanien	UA	Ukraine
BR	Brasilien	IL	Israel	MW	Malawi	UG	Uganda
BY	Belarus	IS	Island	MX	Mexiko	US	Vereinigte Staaten von Amerika
CA	Kanada	IT	Italien	NE	Niger	UZ	Usbekistan
CF	Zentralafrikanische Republik	JP	Japan	NL	Niederlande	VN	Vietnam
CG	Kongo	KE	Kenia	NO	Norwegen	YU	Jugoslawien
CH	Schweiz	KG	Kirgisistan	NZ	Neuseeland	ZW	Zimbabwe
CI	Côte d'Ivoire	KP	Demokratische Volksrepublik Korea	PL	Polen		
CM	Kamerun	KR	Republik Korea	PT	Portugal		
CN	China	KZ	Kasachstan	RO	Rumänien		
CU	Kuba	LC	St. Lucia	RU	Russische Föderation		
CZ	Tschechische Republik	LI	Liechtenstein	SD	Sudan		
DE	Deutschland	LK	Sri Lanka	SE	Schweden		
DK	Dänemark	LR	Liberia	SG	Singapur		
EE	Estland						

Verfahren zur Prüfung und Sicherung der  
Verfügbarkeit eines vernetzten Systems

Die Erfindung bezieht sich auf ein Verfahren zur Prüfung und Sicherung der Verfügbarkeit eines vernetzten Systems. Dabei leistet das Verfahren u.a. die Sicherung der Verfügbarkeit eines vernetzten Systems auch im Hinblick auf mögliche Bezugspotentialverschiebungen zwischen einzelnen Teilnehmern eines solchen Systems.

Im Zusammenhang wird auf die nichtvorveröffentlichten Patentanmeldungen DE/19611944.8 (im folgenden [1]), PCT/EP96/05088 (im folgenden [2]), PCT/EP96/05087 (im folgenden [3]) sowie auf die zeitgleich hinterlegte Anmeldung (anmelderinternes Zeichen 26 762/P) (im folgenden [4]) verwiesen, deren jeweilige Offenbarung hiermit vollumfänglich zum Bestandteil der Offenbarung dieser Anmeldung gemacht wird.

Zunehmend gewinnen vernetzte Systeme für Steuerungszwecke an Bedeutung, die sich auf einen Draht-Bus als Kommunikationsmedium stützen. Beispiele sind Busnetze nach J1850- oder-CAN-Standard.

In derlei vernetzten Systemen kommuniziert eine Vielzahl von Busteilnehmern (beispielhaft handelt es sich dabei um elektronische Steuergeräte), von denen jeder einen Mikroprozessor bzw. einen Microcontroller enthält, über ein

**BESTÄTIGUNGSKOPIE**

Busnetz miteinander, welches z.B. im Falle eines CANs aus zwei normalerweise gegenphasig dominant getasteten Leiteradern bzw. Drähten besteht.

Gleichwohl gibt es auch Busnetze, die eine/n einzige/n Leiterader bzw. Drahtv über einer meistens auch als Stromversorgungsleiter dienenden elektrischen Sammel schiene oder Sammelfläche als Busmedium nutzen. Dabei geschieht die Kommunikation der Teilnehmer über das Busnetz in jedem Falle durch Sende-/Empfangsmittel - sog. Bus-Transceiver -, welche als wesentlicher Bestandteil eines jeden Busteilnehmers denselben jeweils physikalisch an das Busnetz ankoppeln.

Diese Transceiver zum Senden und Empfangen der Datenbotschaften wandeln letztere vom Logikpegel innerhalb des betreffenden Busteilnehmers in Signalpegel auf der bzw. den Busader/n um und umgekehrt. Bezüglich verschiedener, im Rahmen der vorliegenden Erfindung zweckmäßiger Merkmale eines geeigneten Bus-Transceivers wird an dieser Stelle ausdrücklich auf [1] und [3] verwiesen, auf deren Inhalt hier Bezug genommen wird.

Im Interesse eines hohen Störabstandes werden bei Systemen in störungskritischer Umgebung bevorzugt zweidrähtige Busnetze verwendet, da eindrähtige über einer Bezugsleiterfläche empfindlicher gegen allfällige Potentialstörungen und insbesondere auch gegen elektromagnetische Störein- und -abstrahlung sind und wegen ihrer insoweit begrenzten hochfrequenten elektromagnetischen Verträglichkeit (EMV) bevorzugt bei geringeren Datenraten Anwendung finden. Solche Zweidraht-Busnetze können bei geeigneter Beschaffenheit ihrer Transceiver auch im vorgenannten Eindraht-Betriebsmode - d.h. eine der beiden Busadern gegenüber einem netzweit verfügbaren Bezugspotential - ggfs. mit geringerer Datenrate (not-) betrieben werden.

In derlei Systemen geschieht die normale Kommunikation durch gegenphasige Umtastung der beiden Leitungsader-potentiale jeweils von einem rezessiven auf einen dominanten Signalpegel, d.h. differentiell. Bei eindräftigem (Not-)Betrieb oder in Eindrahtnetzen geschieht die Kommunikation in der Regel durch Umtastung der einen Busader von einem rezessiven auf einen dominanten Signalpegel gegenüber der Bezugspotentialschiene bzw. -leiterfläche. Daten werden dabei gesendet, indem die Busleitung(en) mit unterschiedlichen Spannungspegeln beaufschlagt werden. Die Daten werden dadurch ermittelt, daß empfangseitig die entsprechenden Spannungspegel ausgewertet werden. Wenn dies in irgendeiner Weise beeinträchtigt ist, dann liegen betriebliche Kommunikationsstörungen vor, welche je nach Auswirkung die Verfügbarkeit des vernetzten Systems teilweise oder vollständig aufheben.

Sowohl bei eindräftigen als auch bei zweidräftigen Bussystemen werden deshalb z.B. die oben genannten Signalpegel durch besondere Schaltungsmaßnahmen innerhalb gewisser Toleranzfenster gehalten, damit eine störungsfreie Signalübertragung zwischen allen Bus-Transceivern immer möglich ist. Um Daten zu senden, wird der Busdraht sendeseitig mit einem Spannungspegel beaufschlagt, welcher oberhalb bzw. unterhalb eines Diskriminationspegels liegt, welcher im empfangenden Teilnehmer als Schwellwert definiert ist und über- bzw. unterschritten werden muß, damit das Anliegen des vorgenannt sendeseitigen Spannungspegels als Wahrheitsbedingung erkannt werden kann. Dadurch wird erreicht, daß bei gewissen, zulässigen Abweichungen eines Bezugspotentials jeweils einzelner Teilnehmer untereinander trotzdem noch ein Datenaustausch unter den Teilnehmern möglich ist. In der Praxis wird für die Generation entsprechender Pegel und Toleranzfenster z.B. ausgenutzt, daß z.B. der Mikroprozessor bzw. Microcontroller in jedem Busteilnehmer ohnehin eine innerhalb enger Grenzen zu haltende Betriebsspannung be-

nötigt, die in der Regel mittels eines vom Busteilnehmer mitumfaßten Spannungsreglers aus einem übergeordneten Potential abgeleitet wird. Von dieser relativ genauen (teilnehmerinternen) Betriebsspannung ist dann der (eine der beiden) im Sendefalle dominante(n) Quellenpegel, von dem aus der (jeweiligen) Busader auf rezessivem Pegel Daten gewissermaßen "aufgetastet" werden, bestimmt. So findet z.B. in einem Zweidraht-Bussystem nach CAN-Standard ein dominanter High-Pegel von z.B. 5 Volt Anwendung, der einer gängigen Versorgungsspannung von 5 Volt für integrierte Schaltkreisfunktionen entspricht, die in jedem Busteilnehmer ohnehin mittels elektronischer Regelungsmittel relativ genau konstant gehalten werden muß.

Besagte Transceiver sind allgemein so ausgeführt, daß sie die entsprechenden Pegelwandlungen der Datenbotschaften auch dann noch fehlerfrei durchführen, wenn die Bezugspegel der Transceiver gegeneinander gewisse zulässige, jedenfalls einen maximalen Wert jeweils nicht übersteigende Potentialdifferenzen gegeneinander aufweisen.

Übertragungsprobleme treten in solchen Systemen beispielsweise auf, wenn die Übereinstimmung (innerhalb spezifizierter Toleranzspannen) des/der sendemäßig auf der Busader/den Busadern dominant sich einstellenden Buspegel/s und/oder des/der empfangsmäßig darauf abgestimmt wirksamen Diskriminationspegel/s zur Wahrheitsbewertung von Signalflanken bzw. -potentialen im Busnetz aus irgend welchen Gründen leidet bzw. sich so weit verschlechtert, daß die o.e. maximalen Werte überschritten werden.

Ähnliches gilt analog für eine netzweite Störung des rezessiven Pegelfensters.

In entsprechender Weise kann beispielsweise ein ein gewisses Grenzmaß übersteigendes Signalüberschwingen

auf der Busbitschulter - etwa aufgrund wellenimpedanz-unstimmiger Abschlüsse der Busleitung bei Teilnehmern - und/oder nicht (mehr) aufeinander angepaßter Signalanstiegszeiten zu Übertragungsproblem kommen, die - wenn sie mit fehlerpotentialbasierten zusammentreffen - die Verfügbarkeit eines vernetzten Systems nicht nur aufheben können, sondern die Beseitigung der Fehler in ihrer Gesamtheit sehr erschweren.

Zwecks höchstmöglicher Verfügbarkeit können Zweidraht-Busnetze und die darin verwendeten Transceiver vorzugsweise so ausgebildet werden, daß z.B. im Falle eines Kurzschlusses eines Busdrahtes z.B. mit der Bezugspotentialschiene bzw. -leiterfläche die vorgenannte Notkommunikation über den nicht fehlerbetroffenen anderen Busdraht in besagtem Eindraht-Betriebsmode automatisch ermöglicht und eingeleitet wird.

Dabei sind dann allerdings die zulässigen Fehler bzw. möglichen Toleranzspannen z.B. für die den rezessiven und/oder dominanten Kommunikationspegel für eindrähtigen (Not-)Betrieb bzw. in Eindrahtnetzen kleiner bzw. schwächer als bei differentiell zweidrähtigem (Normal-)Betrieb.

Dies kann zur Folge haben, daß im Falle einer bereits weitgehend stattfindenden Toleranzausschöpfung für einen Kommunikationspegel im differentiellen Zweidrahtbetrieb bei dann auftretendem Kurzschluß eines der beiden Busdrähte der zuvor für den zweidrähtigen Betrieb noch zulässige Pegelfehler an dem vom Kurzschluß nicht betroffenen Busdraht schon außerhalb der Toleranzspanne für zulässige Pegelfehler im eindrähtigen (Not-)Betrieb liegt, wodurch ein solcher Notbetrieb dann verhindert werden kann.

Der praktisch wichtigste Fall entsprechender Pegelstö-

rungen sind lokal teilnehmerinduzierte Potentialstörungen. Sie treten auf, wenn z.B. ein Versorgungspotential aller Busteilnehmer von einer systemweit genutzten, d.h. räumlich ausgedehnten Stromschiene oder -fläche des Systemträgers bezogen wird, innerhalb dieser jedoch ein fehlerhafter Spannungsabfall auftritt, so daß das betroffene Versorgungspotential - vom Busmedium aus gesehen - nicht mehr für alle Busteilnehmer gleich ist. Die ausgedehnte Stromschiene oder -fläche hat dann - vom Busmedium aus gesehen - ihre Funktion als systemweite Äquipotentialfläche verloren.

Im beispielhaften Falle eines Steuergerätes in einem Verkehrsmittel als Systemträger, dessen gesamte Karosse bekanntlich als Verteilungsleiterfläche ("Masse") dient, kann derlei durch einen fehlerhaften Längsspannungsabfall in dieser Masseläche etwa durch einen hohen Fehlerstrom oder aber durch eine fehlerhafte Masseverbindung eines Busteilnehmers sein, welche unter Beaufschlagung mit dem normalen Massestrom des betreffenden Teilnehmers einen zu großen lokalen Spannungsabfall und insoweit eine Anhebung des Massebezugspotentials des betroffenen Teilnehmers gegenüber den Massepotentialen übriger Teilnehmer im Busnetz zur Folge hat. Infolgedessen kann ein solcher Teilnehmer über den Bus dann z.B. nicht mehr ansprechbar sein, weil um den Betrag seiner Massefußpunkt-Fehlerspannung gegenüber anderen Teilnehmern das Diskriminationspegelfenster des an sich fehlerfreien Empfängers seines Bus-Transceivers angehoben erscheint, im Teilnehmer dann also für eine Kommunikation real zu niedrig liegt.

Anhand dieses praktischen Beispiels von bezugspotentialfehlerbedingten Störungen versteht sich, daß bei Systemen mit sehr vielen Teilnehmern die Verfügbarkeit des Systems und insoweit die uneingeschränkte Nutzbarkeit eines durch das System gesteuerten Systemträgers,



z.B. Verkehrsmittels, nur durch Sicherstellung ausreichender Abstände von zuässigen Grenzwerten des/der auf der Busader/den Busadern sich einstellenden Buspegel/s und/oder des/der empfangsmäßig darauf abgestimmt wirksamen Diskriminationspegel/s zur Wahrheitsbewertung von Signalflanken bzw. -zuständen gewährleistet ist. Da sich beispielsweise Potentialfehler etwa im Massepfad von Steuergeräten in Verkehrsmitteln vorzugsweise durch Korrosion über der Zeit schleichend entwickeln, erfordern hochvernetzte Systeme (mit vielen Teilnehmern) gegenüber niedrig vernetzten Systemen (mit weniger Teilnehmern) einen erhöhten Prüfaufwand, um eine ausreichend sichere Verfügbarkeit bzw. Nutzbarkeit gewährleisten zu können.

So wie für die Signalpegel gilt dies in analoger Weise auch für andere, systemweit Grenzwerten unterliegende Übertragungsparameter, wie z.B. die Flankenanstiegsübereinstimmung (Slewrates Compliance), das Überswingungsdämpfungsmaß, etc., welche in Verbindung mit ausreichenden Grenzwertabständen der oben genannten Signalpegel ein Maß für die Bus- bzw. Netzgüte definieren, welches seinerseits zur Ableitung einer die Sicherheit der Verfügbarkeit des Gesamtsystems charakterisierende Größe heranziehbar ist.

Es ist daher Aufgabe der Erfindung, ein Verfahren zur Prüfung und Sicherung der Verfügbarkeit eines vernetzten Systems vorzuschlagen, welches den für eine sichere Verfügbarkeit zu leistenden Aufwand minimiert.

Gemäß **Anspruch 1** wird diese Aufgabe verfahrensmäßig dadurch gelöst, daß auf dem Busnetz anstehende Signale unter netzweit für alle Teilnehmer definierten Bedingungen von einzelnen Teilnehmern während des Betriebs des Systems bezüglich wenigstens eines Signalkriteriums diskriminiert oder geprüft oder gemessen werden, wobei je-

weils für jedes Signalkriterium bezüglich eines jeden Teilnehmers charakteristische Zustands-Daten erzeugt und in wenigstens einer Zustands-Map des Systems gesammelt und angeordnet werden, wobei diese Zustands Daten sowohl den aktuellen als auch wenigstens einen früheren Zustand hinsichtlich der geprüften Teilnehmer bezüglich des wenigstens einen Kriteriums charakterisieren, und daß aus diesen Zustands-Daten wenigstens ein Fehlerabstandsmaß des vernetzten Systems bezüglich des wenigstens einen Kriteriums gewonnen wird.

Dadurch kann während des normalen Systembetriebs, jedenfalls aber anlässlich Wartungen des Systemträgers, d.h. in dessen Inspektionsintervallen, erkannt werden, ob im Systembetrieb ein noch ausreichendes oder nicht mehr ausreichendes Maß des Fehlerabstandes des Systems hinsichtlich des wenigstens einen Kriteriums vorlag bzw. vorliegt und ggfs. einer präventiven Maßnahme bedarf, welche die Verfügbarkeit des Systems weiterhin sichert bzw. im Falle latenter Beeinträchtigung eines Notbetriebes die potentielle Möglichkeit des Notbetriebes wieder herstellt. Durch eine so noch vor dem ersten Auftreten eines Kommunikationsfehlers bzw. -defekts gegebene, vorausseilende Serviceability wird die Verfügbarkeit hochvernetzter bzw. -ausgerüsteter Systemträger maximiert; unnötige Service-Routinen können entfallen.

Im Hinblick auf Potentialfehler bei Teilnehmern wird die Aufgabe gemäß **Anspruch 2** verfahrensmäßig dadurch gelöst, daß die Funktionsfähigkeit von Daten empfangenden Teilnehmern überprüft wird, indem Signale mit einem gegenüber dem normalen Senden von Daten verschobenen Spannungspegel gesendet werden, indem weiterhin überprüft wird, bei welchem Maße der Verschiebung des Spannungspegels zumindest einzelne Teilnehmer keine Daten mehr empfangen können und daß wenigstens eine Zustands-Map angelegt wird, in der

bezogen auf die einzelnen Daten empfangenden Teilnehmer in Form von Zustands-Daten gespeichert wird, bei welcher Verschiebung besagten Spannungspegels zumindest einzelne Teilnehmer keine Daten mehr empfangen können (13.3) und/oder bei welcher (weiteren) Verschiebung besagten Spannungspegels welcher bzw. welche Teilnehmer als letzte bzw. letzter noch Daten empfangen können bzw. kann.

Durch dieses Verfahren können die Daten empfangenden Teilnehmer hinsichtlich der Lage ihres Bezugspotentiales relativ zur Lage des Bezugspotentiales der ausgesandten Daten überprüft werden. Indem also das Bezugspotential der ausgesandten Daten kontinuierlich oder in Schritten variiert wird bis gerade keine Daten mehr empfangen werden können, kann unter Berücksichtigung der festgelegten Toleranz, die unter der Annahme festgelegt wurde, daß keine Abweichungen im Bezugspotential auftreten, festgestellt werden, inwieweit das Bezugspotential eines Daten empfangenden Teilnehmers gegenüber dem Sollwert verschoben ist. Durch eine Auswertung der in der Map gespeicherten Zustands-Daten kann vorteilhaft das Ausmaß erkannt werden, in dem ein Teilnehmer bzw. die Gesamtheit aller Teilnehmer des vernetzten Systems sich in einem potentialkritischen Zustand befindet. Damit ist es also möglich, eine Verschiebung des Bezugspotentiales einzelner Teilnehmer in einem vernetzten System frühzeitig zu erkennen, d.h. bereits dann, wenn die Verschiebung noch nicht dazu geführt hat, daß eine Kommunikation dieses Teilnehmers mit anderen Teilnehmern nicht mehr möglich ist, weil aufgrund von Bezugspotentialdifferenzen die Signalspannungspegel nicht mehr gegen die empfangsseitigen Schwellwerte diskriminiert werden können.

Ebenfalls im Hinblick auf Potentialfehler bei Teilnehmern wird die Aufgabe gemäß **Anspruch 3** verfahrensmäßig dadurch gelöst, daß die Funktionsfähigkeit von Daten sendenden Teilnehmern überprüft wird, indem Signale von zumindest

einem Daten sendenden Teilnehmer ausgesendet werden, indem weiterhin überprüft wird, inwieweit der Pegel der empfangenen Signale von dem Sollwert des Signalpegels beim normalen Senden von Daten abweicht, und daß wenigstens eine Zustands-Map angelegt wird, in der bezogen auf die einzelnen Daten sendenden Teilnehmer ein Maß für die ermittelte Abweichung gespeichert wird.

Durch dieses Verfahren können die Daten sendenden Teilnehmer hinsichtlich der Lage ihres Bezugspotentiales relativ zur Lage des Bezugspotentiales der empfangenen Daten überprüft werden. Indem also in einem empfangenden Teilnehmer ein empfangsdiskriminantes Bezugspotential, beispielsweise der Spannungspegel, dessen Über- bzw. Unterschreiten durch das Datensignal überwacht wird, kontinuierlich oder in Schritten variiert wird, bis gerade keine Daten mehr empfangen werden können, kann unter Berücksichtigung der bei fehlender Abweichungen des Bezugspotentials festgelegten Toleranz festgestellt werden, inwieweit das Bezugspotential des Daten sendenden Teilnehmers gegenüber seinem Sollwert verschoben ist. Durch eine Auswertung der in der Zustands-Map gespeicherten Zustands-Daten kann vorteilhaft das Ausmaß erkannt werden, in dem ein Teilnehmer bzw. die Gesamtheit aller Teilnehmer des vernetzten Systems sich in einem kritischen Zustand befindet.

Gemäß **Anspruch 4** werden beim Verfahren nach Anspruch 2 die Signale mit einem gegenüber dem normalen Senden von Daten verschobenen Signalpegel von wenigstens einem Teilnehmer des vernetzten Systems gesendet.

Dadurch kann zum einen vorteilhaft der Hardwareaufwand minimiert werden, indem z.B. nur ein Teilnehmer des vernetzten Systems diese Funktion mit übernimmt. Außerdem ist eine Festlegung geeigneter Prüfzeitpunkte in flexiblerer Weise möglich. Derartige Überprüfungen beispielsweise dann angestoßen werden, wenn aufgrund der Betriebs-

bedingungen des Netzes festgestellt wird, daß der Bus momentan nicht ausgelastet ist. Es können dann keine Störungen des Datenbusses im laufenden Betrieb durch diese Überprüfungen auftreten.

Gemäß **Anspruch 5** wird beim Verfahren nach Anspruch 3 die Überprüfung von wenigstens einem Daten empfangenden Teilnehmern durchgeführt.

Dadurch kann zum einen vorteilhaft der Hardwareaufwand minimiert werden, indem z.B. nur ein Teilnehmer des vernetzten Systems diese Funktion mit übernimmt. Außerdem ist eine Festlegung geeigneter Prüfzeitpunkte in flexiblerer Weise möglich. Derartige Überprüfungen können beispielsweise dann angestoßen werden, wenn aufgrund der Betriebsbedingungen des Netzes festgestellt wird, daß der Bus momentan nicht ausgelastet ist. Es können dann keine Störungen des Datenbusses im laufenden Betrieb durch diese Überprüfungen auftreten. Außerdem wird durch die Überprüfung, die von einem Teilnehmer durchgeführt wird, der Daten empfängt, nur der Betrieb dieses einen Teilnehmers beeinflusst. Der Betrieb des übrigen Netzes bleibt davon unberührt.

Gemäß **Anspruch 6** wird beim Verfahren nach Anspruch 1 aus den Zustands-Daten das kleinste Fehlerabstandsmaß unter einzelnen Teilnehmern bezüglich des wenigstens einen Kriteriums gewonnen und der betreffende Teilnehmer in der Zustands-Map entsprechend markiert.

Dadurch kann während des normalen Systembetriebs, jedenfalls aber anlässlich Wartungen des Systemträgers, d.h. in dessen Inspektionsintervallen, erkannt werden, ob und ggfs. welcher der Systemteilnehmer im Systembetrieb den geringsten und möglicherweise nicht mehr ausreichenden Fehlerabstand hinsichtlich des wenigstens einen Kriteriums aufwies bzw. aufweist und ggfs. einer

präventiven Maßnahme bedarf, damit die Verfügbarkeit des Systems auch weiterhin sicher und die Möglichkeit seines Notbetriebes jederzeit sicher gegeben ist. Vorteilhafterweise kann durch entsprechende Auswertung der in der Zustands-Map abgelegten Daten auch erkannt werden, ob beispielsweise eine ganz spezifische Gruppierung von Teilnehmern sich in einem kritisch geringen Fehlerabstand der Kommunikation befindet, beispielsweise im Falle des Vorliegens von Potentialfehlern etwa Teilnehmer eines Stromversorgungs-Clusters.

In dem Falle, daß bei einem Teilnehmer bereits ein Kommunikationsfehler aufgrund nicht mehr ausreichenden Fehlerabstandes des wenigstens einen Kriteriums vorliegt, wird unmittelbar Aufschluß über den fehlerhaften Teilnehmer erlangt, und die bei ihm wirksame Fehlerursache ist aus der Zustands-Map problemlos verifizierbar.

Gemäß **Anspruch 7** wird das Verfahren anläßlich der normalen Inbetriebnahme und/oder normalen Außerbetriebsetzung des Systemträgers durchgeführt.

Durch diese Maßnahme kann in vorteilhafter Weise schon bei der Inbetriebnahme des Systemträgers eine Frühwarnung ausgelöst werden, wenn mit einem fehlernahen Betrieb gerechnet werden müßte, oder es kann der allerjüngste/letzte Stand vor dem Auftreten eines fehlernahen Systemzustandes anläßlich einer weiteren Inbetriebnahme festgehalten werden. Während das erste bevorzugt der Sicherheit nützt, kann das zweite den Service des Systems erheblich erleichtern.

Gemäß **Anspruch 8** wird das Verfahren im Verlaufe eines jeden Betriebes des Systems wiederholt durchgeführt. Dadurch können in vorteilhafter Weise auch während des Netzbetriebes sporadisch auftretende Unregelmäßigkeiten und Fehlerabstandsschwund statistisch erfaßt und

in Datenform in der Zustands-Map abgelegt werden.

Gemäß **Anspruch 9** wird bei dem Verfahren nach Anspruch 1 oder 6 das ein Anstiegszeitmaß, ein Überschwingmaß oder ein Beruhigungszeitmaß eines Datensignals bei bzw. nach dessen Zustandsänderung diskriminiert oder geprüft oder gemessen. (Allmähliche) Abweichungen von der Norm außerhalb zulässiger Toleranzen bei einzelnen Teilnehmern im vernetzten System werden so frühzeitig erkannt, d.h. bereits in einem Stadium, in dem die normale Kommunikation innerhalb des Gesamtsystems noch nicht gestört ist. Dies ist sehr wichtig, da z.B. reflexionsbedingte Kommunikationsstörungen bei erst einmal starker Ausprägung ursächlich meist nur aufwendig zu diagnostizieren sind.

Bei der Fortbildung des Verfahrens nach Anspruch 1 oder 6 gemäß **Anspruch 10** wird ein Bezugspotential einzelner Teilnehmer im vernetzten System diskriminiert oder geprüft oder gemessen. Dadurch wird eine (allmähliche) Verschiebung des Bezugspotentials einzelner Teilnehmer im vernetzten System frühzeitig erkannt, d.h. bereits in einem Stadium, in dem die Verschiebung des Bezugspotentials eines Teilnehmers noch nicht dazu geführt hat bzw. ausreicht, daß die normale Kommunikation innerhalb des Gesamtsystems bzw. dieses Teilnehmers mit einem oder mehreren anderen Teilnehmer/n gestört oder unmöglich geworden ist. Dies ist ein wichtiges Merkmal zur Gewährleistung sicherer z.B. eindrähtiger Notbetriebsmöglichkeiten.

Gemäß **Anspruch 11** erfolgt die Diskrimination oder Prüfung oder Messung besagten Bezugspotentials einzelner Teilnehmern im vernetzten System durch Erfassung wenigstens eines rezessiven oder dominanten Signalpegels in einzelnen Teilnehmern.

Diese Fortbildung des Verfahrens ist besonders vorteilhaft nutzbar, wenn die Teilnehmer im System ohnehin Diskriminations-, Prüf- oder Meßmittel für Pegelwerte enthalten. Es ist dann vorteilhaft eine Minimierung des Hardwareaufwandes möglich, indem z.B. auf Mittel für eine sendeseitige Signalpegelbeeinflussung verzichtet werden kann. Die Vorteile nehmen dabei über zunehmender Auflösung der von den Teilnehmern im System mitumfaßten Diskriminations-, Prüf- oder Meßmittel für Pegelwerte zu. Solche Mittel können beispielsweise Bestandteile des Empfängerteils des Transceivers von Teilnehmern (vgl. [2], [3]) oder aber sonstigen A/D-Wandlungsmitteln als Bestandteil eines den Transceiver mitumfassenden Schaltkreises zugeordnet sein, vgl. [4].

Die Festlegung geeigneter Prüfzeitpunkte ist sehr flexibel möglich. Indem die Diskriminations-, Prüf- oder Meßfunktion in die Software zum Betreiben des vernetzten Systems integrierbar ist, kann diese Funktion vorteilhaft im Zuge des normalen Kommunikationsbetriebs im Netz genutzt werden. Gleichwohl kann sie auch angestoßen werden, wenn aufgrund der Betriebsbedingungen des Systems festgestellt wird, daß dessen Busnetz momentan nicht ausgelastet ist. Es kann dann jedenfalls nicht zu Störungen oder zur Verlangsamung des Datendurchsatzes im laufenden Betrieb des Busnetzes kommen.

Gemäß **Anspruch 12** kann die Diskrimination oder Prüfung oder Messung des wenigstens einen rezessiven oder dominanten Signalpegels durch datensignalverkettetes Sampeln des Potentials auf dem wenigstens einen Busdraht binnen einer Abtastdauer erfolgen, welche kürzer als eine Busbitzeit der Datensignale ist, d.h. zeitlich sinngemäß zur Erfassung dominanter Signalpegel gemäß [2], dort Figen. 25 und 26 bzw. gemäß [3], dort Figen. 40 und 41.

Beispielsweise wird so das in der Praxis nie vollständig



unterdrückbare Überschwingen des Datensignals nach Pegelzustandsübergängen auf dem wenigstens einen Busdraht von der Diskrimination, Prüfung oder Messung ausgeblendet, wodurch Fehlbewertungen ausgeschlossen sind.

In vorteilhafter Weise können so Bezugspotentialverschiebungen im Zuge normalen Systembetriebs erfaßt werden, wobei im Rahmen der Software zum Betreiben des vernetzten Systems jeweils wenigstens einem anderen Teilnehmer die Rolle eines "Meßzeugen" bezüglich der Verifikation des bei Lastwechseln ermittelbaren Versatzes des wenigstens einen rezessiven Signalpegels zugeordnet werden kann.

Gemäß **Anspruch 13** kann eine (allmähliche) Verschiebung des Bezugspotentials bei wenigstens einem Teilnehmer in dessen Empfangsbetrieb erfaßt werden, indem in diesem Teilnehmer eine Diskrimination oder Messung wenigstens eines auf wenigstens eine Leitung des Busnetzes eingespeisten dominanten Quellenpegels erfolgt, wobei der jeweils eingespeiste dominante Quellenpegel gegenüber dem normalen dominanten Signalpegel in jeweils vorbestimmter Weise versetzt wird und in der Zustands-Map in Abhängigkeit von dem im empfangenden Teilnehmer gewonnenen Diskriminations- oder Meßergebnis der jeweilige Versatz in Form von Zustands-Daten abgelegt wird.

Bei dieser Fortbildung können z.B. von Empfängerteilen der Teilnehmer im System mitumfaßte Pegeldiskriminatoren vorteilhaft genutzt werden. Die Diskrimination oder Messung kann sich so z.B. auf eine Überprüfung reduzieren, bei welchem Versatz des wenigstens einen dominanten Quellenpegels einzelne Teilnehmer keine Daten mehr empfangen bzw. Daten wieder empfangen können. Dementsprechend verkörpern in der Zustands-Map abgelegte Daten den einzelnen empfangenden Teilnehmern zugeordnete Versatzwerte besagten wenigstens einen dominanten Pegels.

Durch dieses Verfahren können also die Daten empfangenden Teilnehmer hinsichtlich der Lage ihres Bezugspotentiales relativ zur Lage des Bezugspotentiales des jeweils Daten aussendenden Teilnehmers überprüft werden. Indem das Bezugspotential des Daten aussendenden Teilnehmers kontinuierlich oder in Schritten variiert wird, bis gerade keine Daten mehr empfangen oder bis Daten gerade wieder empfangen werden können, kann unter Berücksichtigung der zulässigen Toleranz des dominanten Signalpegels im Busnetz (welche unter der Annahme festgelegt wurde, daß Versätze des Bezugspotentials bei einzelnen Teilnehmern nicht vorliegen) festgestellt werden, inwieweit das Bezugspotential eines empfangenden Teilnehmers verschoben ist, und zwar unter allen Betriebsbedingungen bei Empfang, also sowohl in Ruhe als auch unter Betriebs- oder Testlastbedingungen.

Gemäß **Anspruch 14** kann eine (allmähliche) Verschiebung des Bezugspotentials bei wenigstens einem Teilnehmer in dessen Sendebetrieb erfaßt werden, indem eine Diskrimination oder Messung wenigstens eines auf wenigstens eine Leitung des Busnetzes von diesem Teilnehmer eingespeisten dominanten Signalpegels erfolgt, indem bei oder in wenigstens einem empfangenden Teilnehmer ein empfangsdiskriminanter Bezugspegel in jeweils vorbestimmter Weise versetzt wird und in der Zustands-Map in Abhängigkeit von dem im empfangenden Teilnehmer gewonnenen Diskriminations- oder Meßergebnis der jeweilige Versatz in Form von Zustands-Daten abgelegt wird.

Auch bei dieser Fortbildung können von Teilnehmern mitumfaßte Pegeldiskriminatoren vorteilhaft genutzt werden. Die Diskrimination oder Messung kann sich so z.B. auf eine Überprüfung reduzieren, bei welchem Versatz ihres empfangsdiskriminanten Bezugspegels einzelne Teilnehmer noch Daten empfangen können. Dementsprechend verkörpern in der Zustands-Map abgelegte Da-

ten dem sendenden Teilnehmer zugeordnete Versatzwerte besagten wenigstens einen empfangsdiskriminanten Bezugspegels.

Gemäß **Anspruch 15** wird eine Diskrimination oder Prüfung oder Messung bzw. Überprüfung bezüglich eines bestimmten Teilnehmers jeweils durch wenigstens zwei andere Teilnehmer im Netz vorgenommen (Witness-Funktion).

Im Rahmen der Software zum Betreiben des vernetzten Systems wird hierbei wenigstens einem anderen Teilnehmer die Rolle eines "Meßzeugen" zur Verifikation eines ermittelten Signalkriteriums bzw. Potentialversatzes eines einzelnen Teilnehmers zugeordnet. Durch diese Maßnahme können Diskriminations-, Prüf- und Meßfehler insbesondere durch Einflüsse seitens des Systemträgers verringert und die Erfassung statistisch auftretender Fehler geschärft werden.

Gemäß **Anspruch 16** wird eine Diskrimination oder Prüfung oder Messung bzw. Überprüfung bezüglich eines bestimmten Teilnehmers identisch auch bezüglich wenigstens eines weiteren Vergleichsteilnehmers vorgenommen und eine Plausibilitätsauswahl in der Zustands-Map bezüglich des Ergebnisses getroffen.

Dabei kann die identische Vergleichsmessung z.B. alternativ, alternierend oder im Sinne eines Master-Slave-Abwicklung vorgenommen werden. Im Rahmen der Software zum Betreiben des vernetzten Systems wird hierbei der Zustands-Map die Rolle eines "Akzeptators" bzw. "Billigers" bezüglich einer plausiblen Auswahl aus mehreren Diskriminations-, Prüfungs-, Mess- oder Überprüfungsergebnisse zugeordnet.

Indem z.B. die Diskrimination oder Messung durch unterschiedliche empfangende Teilnehmer erfolgt, kann auf

der Basis zeugen- bzw. akzeptatorgestützter Plausibilitätsbestätigung ausgewertet werden, ob die Veränderung eines Signalkriteriums, beispielsweise eine Verschiebung eines Bezugspotentiales, beim Daten empfangenden Teilnehmern oder beim Daten sendenden Teilnehmer verursacht ist. Wird z.B. von mehreren Daten empfangenden Teilnehmern eine Bezugspotentialverschiebung festgestellt, kann unter bestimmten Voraussetzungen geschlossen werden, daß die ermittelte Potentialverschiebung eher beim Daten sendenden Teilnehmer vorliegt. Indem Daten betreffend die relative Lage mehrerer Daten empfangender Teilnehmer ausgetauscht werden, kann so auch besonders einfach erkannt und ausgewertet werden, wo in der Netztopologie eine Störung ursächlich vorliegt.

Bei der Fortbildung gemäß **Anspruch 17** des Verfahrens nach **Anspruch 13** werden Datensignale mit wenigstens einem gegenüber dem normalen dominanten Pegel versetzten dominanten Quellenpegel von wenigstens einem Teilnehmer des vernetzten Systems ins Busnetz gesendet.

Indem bei dieser Fortbildung des Verfahrens z.B. nur ein Teilnehmer zur Generation von versetzten dominanten Quellenpegel ausgestattet zu sein braucht kann auch hiermit eine vorteilhafte Minimierung des Hardwareaufwandes erreicht werden.

Gemäß **Anspruch 18** können von Empfängerteilen der Teilnehmer im System mitumfaßte Pegeldiskriminatoren genutzt werden, so daß kein Aufwand für besondere Pegeldiskriminatoren oder z.B. A/D-Wandlungsmittel getrieben werden muß. Dies dient einer Minimierung des Hardwareaufwands.

Gemäß **Anspruch 19** erfolgt die Diskrimination oder Prüfung bzw. Überprüfung oder Messung unter netzweit definierten Ruhe- und/oder Betriebs- oder Testlastbedingun-

gen einzelner Teilnehmer.

Werden Verbraucher mit Strömen versorgende Teilnehmer Ruhe- und Laststrom- oder Testlastbedingungen unterworfen, kann durch Auswertung der in der Map abgelegten Zustands-Daten vorteilhaft auf einfache Weise das Ausmaß erkannt werden, in dem einzelne Teilnehmer sich in einem versorgungsabhängig kritischen Zustand hinsichtlich ihrer sicheren Kommunikationsfähigkeit befinden.

Gemäß **Anspruch 20** wird die Zustands-Map in wenigstens einem dem vernetzten System dauerhaft zugehörigen Teilnehmer betrieben. Dadurch sind vorteilhaft die den Systemzustand hinsichtlich der geprüften Teilnehmer bezüglich des wenigstens einen Kriteriums charakterisierenden Zustands-Daten im System jederzeit verfügbar. Andererseits kann so die Diskrimination oder Prüfung bzw. Überprüfung oder Messung während des Betriebes des vernetzten Systems z.B. auch zyklisch erfolgen.

Gemäß **Anspruch 21** wird die Zustands-Map nichtflüchtig gespeichert. Vorteilhafterweise sind dadurch sämtliche Daten in der Zustands-Map bei Stromausfall oder Außerbetriebsetzung des Systems bzw. Systemträgers vor Verlust geschützt. Außerdem kann so auf die Zustands-Daten jederzeit - beispielsweise in bestimmten Ereignisabständen - zugegriffen werden.

Gemäß **Anspruch 22** wird die Zustands-Map fortlaufend aktualisiert, wobei ältere Inhaltsteile durch neuere Inhaltsteile überschrieben werden. Dadurch wird vorteilhaft sichergestellt, daß die Zustands-Map immer aktuellste Zustands-Daten bereithält.

Gemäß **Anspruch 23** werden (die) wenigstens einen früheren Systemzustand charakterisierende Zustands-Daten zumindest vorübergehend zusammen mit (den) den aktuellen

Systemzustand charakterisierenden Zustands-Daten in der Zustands-Map gehalten. In vorteilhafter Weise sind durch diese Maßnahme ereignisabhängige Auswertungen möglich, die auf die Fehlerabstandsvorgeschichte zurückgreifen. Beispielsweise die Bewertung nur gelegentlich bzw. statistisch zeitverteilt auftretender Beeinträchtigungen wird so möglich.

Gemäß **Anspruch 24** wird aus in der Zustands-Map wenigstens vorübergehend vorhandenen, den aktuellen und wenigstens einen früheren Systemzustand charakterisierenden Zustands-Daten wenigstens eine Trendgröße bezüglich der tendenziellen Entwicklung einer Abweichung bzw. eines Fehlerabstandsmaßes des wenigstens einen Signalkriteriums im System abgeleitet. Vorteilhaft gibt die wenigstens eine Trendgröße ein unmittelbares Maß für den Grad der Dringlichkeit einer vorausseilenden Maßnahme zwecks Sicherung der Verfügbarkeit des Systems. Abgesehen davon ermöglicht diese Fortbildung des Verfahrens eine Beurteilung der Netzgüte des Systems über der Zeit sowohl bezüglich entsprechender Einzelkriterien als auch insgesamt.

Gemäß **Anspruch 25** wird die Ableitung der Trendgröße mittels der Software zum Betreiben des vernetzten Systems vorgenommen. Daraus ergibt sich der Vorteil, daß die Trendgröße in besonders einfacher Weise auch extern der Zustands-Map beispielsweise in einem Teilnehmer des vernetzten Systems ermittelt und der Netzkommunikation unterlagert in die Zustands-Maß transferiert werden kann.

Gemäß **Anspruch 26** wird/werden die Abweichung bzw. das Fehlerabstandsmaß und/oder die wenigstens eine Trendgröße in der Zustands-Map nichtflüchtig gehalten. Durch diese Maßnahme kann vorteilhaft z.B. nach einem erfolgten Systemausfall dessen Ursache noch rekonstruiert

werden. Andererseits kann so nach einem Teilnehmer- oder Systemausfall einfach und sicher Aufschluß zwecks schneller Wiederinstandsetzung des Systems gefunden werden. Die ständige Abrufbarkeit solcher Trenddaten ermöglicht auch auf kostengünstige Weise einfache und aussagekräftige Anzeigen von kritischen kommunikativen Betriebsbedingungen einzelner Teilnehmer des Systems direkt am Systemträger.

Gemäß **Anspruch 27** wird die Diskrimination oder Prüfung bzw. Überprüfung oder Messung und wenigstens eines von Sammlung, Aufbereitung, Anordnung und Auswertung von Zustands-Daten in der Zustands-Map durch ein mit der bzw. in die Software zum Betreiben des vernetzten Systems integriertes und hinsichtlich seiner Durchführung dem normalen Netzbetrieb unterlagertes und insoweit latent ablaufendes Online-Diagnoseprogramm vorgenommen.

Indem insoweit wenigstens ein Teil der Pflege und/oder Verwaltung der Zustands-Map in die Software zum Betreiben des vernetzten Systems integriert ist, können Diskriminationen, Prüfungen bzw. Überprüfungen oder Messungen z.B. vorteilhaft so oft angestoßen werden, wie es die momentanen Kommunikationsanforderungen bis zur Auslastung des Busnetzes zulassen. Dadurch werden einerseits Störungen oder Verlangsamungen des Datendurchsatzes im laufenden Betrieb des Busnetzes ausgeschlossen und andererseits ein hoher Aktualitätsgrad von aus der Zustands-Map verfügbaren Zustands-Daten sichergestellt, indem Schwachlastphasen der Kommunikation im Netz für Update und Pflege der Zustands-Map vorteilhaft ausgenutzt werden können.

Gemäß **Anspruch 28** wird an das vernetzte System als weiterer Teilnehmer ein Prüfgerät angeschlossen und es werden von diesem wenigstens Teile der Zustands-Map ausgelesen. Dadurch werden in vorteilhafter Weise

routinemäßige Überprüfungen anlässlich Inspektionen des Systemträgers mit besonders einfachen und einfach zu handhabenden Prüfgeräten ausführbar. Zum einen können dadurch aus den den Systemzustand hinsichtlich der geprüften Teilnehmer bezüglich des wenigstens einen Kriteriums charakterisierenden Daten auch außerhalb des vernetzten Systems entsprechende Trenddaten aufbereitet werden. Zum anderen kann dadurch vorteilhaft bei routinemäßigen Inspektionen des Systemträgers einfach erkannt werden, wenn sich die kommunikativen Betriebsbedingungen eines Teilnehmers kritisch verschlechtern bzw. verschlechtert haben und nach Prävention verlangen.

Gemäß **Anspruch 29** ist wenigstens ein dem System dauerhaft zugehöriger Teilnehmer mit Anzeige- und/oder Signaleinrichtungen ausgestattet und es wird bei Überschreitung eines oberen Grenzwertes für das Maß der Abweichung oder die Trendgröße bzw. bei Unterschreitung eines unteren Grenzwertes für das wenigstens eine Fehlerabstandsmaß dieser Zustand von dem Teilnehmer angezeigt bzw. signalisiert. Durch diese Maßnahme kann z.B. ein Nutzer des Systemträgers noch während dessen laufenden Betriebs schadlos auf ein Inspektionserfordernis hingewiesen werden.

Gemäß **Anspruch 30** werden/wird Teile der in der Zustands-Map abgelegten Zustands-Daten und/oder das Maß der Abweichung bzw. ein Fehlerabstandsmaß des Systems oder eines Teilnehmers und/oder die wenigstens eine Trendgröße in ein elektronisches Autorisierungsmittel zur Benutzung bzw. zur Inbetriebnahme des Systemträgers eingeschrieben. Gemäß dieser Fortbildung können in vorteilhafter Weise entsprechende Daten z.B. in einen elektronischen "Berechtigungsschlüssel" eines Systemträgers bei dessen Inbetriebnahme oder vor dessen Außerbetriebsetzung ein- bzw. zurückgeschrieben werden. Dies eröffnet neuartige Sicherheitsfunktionen und kann zudem die Rationalisierung des



Inspektionsbetriebes für entsprechend ausgestattete Systemträger unterstützen.

Gemäß **Anspruch 31** wird bei der Inbetriebnahme und Initialisierung des vernetzten Systems sofort eine erste Diskrimination oder Prüfung oder Messung vorgenommen, wobei selektiv eine geringere Zahl von Teilnehmern und/oder eine geringere Zahl von Signalkriterien der Diskrimination oder Prüfung oder Messung unterworfen wird bzw. werden als bei der anschließenden Weiterführung des Verfahrens. Durch diese Maßnahme kann beispielsweise sofort nach der Initialisierung die Kommunikations- und Betriebsfähigkeit eines Zustands-Map tragenden Teilnehmers besonders zeitsparend geprüft werden.

Gemäß **Anspruch 32** werden wenigstens zwei Zustands-Maps in zwei verschiedenen Teilnehmern des Systems vorgesehen und verwendet. Durch diese Maßnahme kann u.a. eine hohe Sicherheit gegen Informationsverlust erreicht werden.

Gemäß **Anspruch 33** werden im System zwei verschiedene Zustands-Maps vorgesehen, welche für unterschiedliche Prüfverfahren und/oder -programme jeweils voneinander unabhängig verändert und/oder bearbeitet und/oder ausgelesen werden. Durch diese Maßnahme ist es z.B. möglich, die Verfügbarkeit bestimmter Teilnehmer gesondert zu sichern und bestimmte Zustands-Daten vor unbefugtem Zugriff zu schützen.

Gemäß **Anspruch 34** versorgen im Zuge der Diskrimination oder Prüfung bzw. Überprüfung oder Messung wenigstens einzelne Teilnehmer jeweils wenigstens einen teilnehmer-externen elektrischen Verbraucher mit Betriebsstrom. Durch diese Maßnahme können Potentialfehler oder systemintern verursachte EMV-Störungen von einzelnen Teilneh-

mern besonders wirkungsvoll erkannt und geortet werden.

Gemäß **Anspruch 35** ist wenigstens in einzelnen Teilnehmern des Systems eine über das Busnetz im Sinne einer Bestromung ansteuerbare Prüflast vorgesehen und es wird im Zuge der Diskrimination oder Prüfung bzw. Überprüfung oder Messung dieselbe angesteuert. Durch diese Maßnahme können Potentialfehler oder teilnehmereigenverursachte EMV-Störungen besonders wirkungsvoll erkannt werden. Des weiteren kann mittels dieser Maßnahme z.B. die Überlasttragfähigkeit der Stromversorgungsanschlüsse oder der entsprechenden Versorgungsleitungen einzelner Teilnehmer geprüft werden.

Werden Teilnehmer mit interner Prüflast z.B. abwechselnd oder alternierend unterschiedlichen Ruhe- und Laststrom- oder Testlastbedingungen unterworfen, kann bei Kenntnis der Netztopologie des Systems beispielsweise anhand von Bezugspotentialverschiebungen verschiedener Teilnehmer bzw. von durch koppelnde und/oder elektromagnetischen Signalbeeinträchtigungen bei verschiedenen Teilnehmern durch Auswertung entsprechender Zustands-Daten aus der wenigstens einen Zustands-Map BESONDERS GUT auf den Ort (der Entstehung) eines das System zwar beeinflussenden, ursächlich aber systemfremden Fehlers am Systemträger geschlossen werden.

Gemäß **Anspruch 36** wird auch die innerhalb von Teilnehmern erfaßbare, außen anliegende Betriebsspannung oder eine daraus abgeteilte Spannung diskriminiert oder geprüft bzw. überprüft oder gemessen und es werden diesbezüglich Zustands-Daten erzeugt und in der wenigstens einen Zustands-Map abgelegt und/oder verarbeitet und/oder ausgewertet. Auch durch diese Maßnahme können Potentialfehler oder systemintern verursachte EMV-Störungen von einzelnen Teilnehmern wirkungsvoll erkannt bzw. geortet werden. Des weiteren kann mittels dieser Maßnahme z.B.

die Überlasttragfähigkeit der Stromversorgungsanschlüsse oder der entsprechenden Versorgungsleitungen einzelner Teilnehmer geprüft werden.

Gemäß **Anspruch 37** weist wenigstens eine Zustands-Map einen Teilnehmer-Identifikationsabschnitt, ein Zustands-Daten-Stack und einen Datenbearbeitungsabschnitt auf.

Gemäß **Anspruch 38** umfaßt der Identifikationsabschnitt eine Tabelle, über die jedem System-Identifizier und/oder Teilnehmer im System bedarfsweise seine topologische Identifikation bzw. ein topologischer Identifizier innerhalb des Netzes zugeordnet wird.

Gemäß **Anspruch 39** umfaßt das Datenstack eine der Anzahl zu prüfender Signalkriterien entsprechende Mehrzahl von Registerstacks, in welchen bzw. durch welche hindurch Zustands-Daten entsprechend ihrem Altersfortschritt geroutet werden.

Gemäß **Anspruch 40** weist der Datenbearbeitungsabschnitt wenigstens einen Bereich zur Datenselektion und einen Bereich zur Datenbearbeitung auf, wobei in ersterem Zustands-Daten wenigstens nach Minimal- und Maximalwerten selektiert und/oder umgeordnet und wobei in letzterem aus Zustands-Daten in Abhängigkeit von ihrem Alter und/oder zeitlichen Anfall veränderungsindikative Daten erzeugt werden.

Vorteile der vier letztgenannten verfahrensgemäßen Fortbildungen werden in der Figurenbeschreibung aufgezeigt.

Gemäß **Anspruch 41** wird das Verfahren bei einem Verkehrsmittel durchgeführt. Dadurch wird eine hohe Verfügbarkeit und Sicherheit vor systemausfallbedingten Unfällen erreicht.

In der Zeichnung sind zunächst einige Hardwaredetails veranschaulicht, die Teilnehmer beispielhaft aufweisen können, um die Durchführung bestimmter Verfahrensschritte zu ermöglichen. Ohne daß diese Darstellung Anspruch auf Vollständigkeit erhebt und irgend eine Einschränkung der Erfindung bedeutet, ist hier der beispielhafte Fall einer Bezugspotentialprüfung getroffen. Im Rahmen der Erfindung können Teilnehmer hierfür sowie zur Prüfung nichtpotentialgebundener Signalkriterien gleichwohl auch ganz andere Mittel bereitstellen (Die gezeigten Hardwaredetails sind z.T. [2] entnommen, weshalb deren Beschreibung kurz gehalten ist. Wegen weiterer Details wird auf [2] und unter Schaltkreisaspekt auf [1], [3] und [4] verwiesen). Daran schließen sich Figuren zur Verdeutlichung bestimmter Verfahrensdetails an, welche daran anschließend beschrieben werden. Es zeigen:

- Fig. 1** eine schematische Illustration eines vernetzten Systems mit verschiedenen Teilnehmern an einem Zweidraht-Bus;
- Fig. 2** eine blockschematische Veranschaulichung eines Simulationsmoduls in Verbindung mit einem zweidrahtbusfähigen Teilnehmer (analog zu [2] dort Fig. 1);
- Fig. 3** eine Wirkblockdarstellung von Elementen eines Transceivers eines Teilnehmers (analog zu [2] dort Fig. 37);
- Fig. 4** eine Wirkblockdarstellung von Elementen eines Empfangsteils eines Transceivers eines Teilnehmers (analog zu [2] dort Fig. 34);
- Fig. 5** eine Wirkblockdarstellung von Elementen eines Empfangsteils eines Transceivers eines Teilnehmers (analog zu [2] dort Fig. 36);

- Fig. 6** eine weitere Wirkblockdarstellung von Elementen eines Empfangsteils eines Transceivers eines Teilnehmers (analog zu [2] dort Fig. 35);
- Fig. 7** eine Wirkblockdarstellung von Vorrichtungselementen eines Sendeteils eines Transceivers eines Teilnehmers (analog zu [2] dort Fig. 15);
- Fig. 8** ein Funktionsschaltbild einer Vorrichtung, welche die sendeseitige Tastung der Busader BUS\_L an ein dominant einzuprägendes Tastpotential erlaubt (analog zu [2] dort Fig. 25);
- Fig. 9** eine graphische Veranschaulichung der Empfangsfähigkeit eines Busteilnehmers über einer rampenförmigen Potentialverschiebung im Zuge einer beispielhaften Durchführung des Verfahrens (analog zu [2] dort Fig. 7);
- Fig. 10** eine schematische Illustration der beispielhaften Struktur einer Zustands-Map;
- Fig. 11** ein Flußdiagramm zur Durchführung des Verfahrens gemäß einem ersten Ausführungsbeispiel;
- Fig. 12a** eine Veranschaulichung des Fensters fehlerfreier Datenübertragung, wenn ein sendender Teilnehmer zwecks Prüfung eines empfangenden Teilnehmers einen Sendespannungspegel ändert;
- Fig. 12b** den Verlauf eines Spannungspegels eines sendenden Teilnehmers bei Potentialprüfung der Empfangsfähigkeit eines anderen Teilnehmers;
- Fig. 13** ein Diagramm zur Veranschaulichung des Verfahrensablaufs zur Abspeicherung in der Zustands-

Map einer Verschiebung des "Empfangsfensters"  
gemäß Figen. 12a und 12b;

**Fig. 14a** eine Veranschaulichung des Fensters fehlerfreier Datenübertragung, wenn ein empfangender Teilnehmer zwecks Prüfung eines sendenden Teilnehmers einen diskriminanten Bezugsspannungspegel ändert;

**Fig. 14b** den Verlauf eines diskriminanten Bezugsspannungspegels eines empfangenden Teilnehmers bei Potentialprüfung der Sendefähigkeit eines anderen Teilnehmers;

**Fig. 15** ein Diagramm zur Veranschaulichung des Verfahrensablaufs zur Abspeicherung in der Zustands-Map einer Verschiebung des "Sendefensters" gemäß Figen. 14a und 14b;

**Fig. 16** ein Blockschaltbild eines Systemteilnehmers, welcher Mittel zur kontrollierbaren Bestromung seines masseseitigen Betriebsstromanschlusses beinhaltet.

**Fig. 1** veranschaulicht schematisch vereinfacht ein vernetztes System, zu dessen Prüfung und Sicherung seiner Verfügbarkeit das erfindungsgemäße Verfahren dient. Beispielfhaft über einen Zweidrahtbus mit Busleitungen BUS\_H und BUS\_L sind acht Teilnehmer ECU1 bis ECU8 über je zwei Anschlüsse 11.1 und 12.1 bis 11.8 und 12.8 kommunikativ miteinander vernetzt. Die Teilnehmer ECU1 bis ECU8 werden aus beispielhaft positiven Versorgungspotentialen  $V_{B1}$  bis  $V_{B8}$  gegenüber einer gemeinsamen Äquipotentialschiene GND mit Betriebsspannung und -strom versorgt. Des weiteren ist ein mit entsprechenden Anschlüssen 11.T und 12.T z.B. nur vorübergehend an die Busleitungen BUS\_H und BUS\_L angeschlossenes Prüfgerät ETU darge-

stellt, welches von einem besonderen positiven Potential  $V_{TU}$  gegen die gemeinsame Äquipotentialschiene GND des vernetzten Systems mit Betriebsstrom versorgt wird. Insoweit ist das gezeigte System vorübergehend auf neun Teilnehmer erweitert, indem das Prüfgerät über den Bus BUS\_H/BUS\_L mit den übrigen Teilnehmern ECU1 bis ECU8 normalerweise kommunizieren kann.

Die Kommunikation zwischen den Teilnehmern ECU1 bis ECU8 kann aus vielerlei Gründen beeinträchtigt oder gefährdet sein, wobei im normalen Betrieb bzw. gar bei der Systeminitialisierung schon erkennbare bzw. sofort auffallende Fehler wie z.B. Kurzschlüsse oder Unterbrechungen im Busnetz hier nicht interessieren. Beispielsweise können Signalpegel unzulässig verschoben oder Flanken unzulässig verformt sein, was verstärktes Überspringen bzw. gestörte oder zu kurze Bitsignalschultern zur Folge hat, oder es können bei Teilnehmern verursachte Bezugspotentialfehler vorliegen, die indirekt zu Signalpegelverschiebungen für betroffene Teilnehmer und deren Kommunikation mit den übrigen Teilnehmern führen. Durch entsprechende Ausrüstung der Teilnehmer sind derlei Veränderungen der bzw. Abweichungen von normalen Signalkriterien diskriminierbar, prüfbar oder meßbar.

Aus der Fülle möglicher und im Rahmen des erfindungsgemäßen Verfahrens vorausschauend prüfbarer Signalkriterien werden nachfolgend beispielhaft und stellvertretend Bezugspotentialfehler behandelt, was insoweit jedoch keinerlei Beschränkung der Erfindung bedeutet.

Bei den Versorgungspotentialen  $V_{B1}$  bis  $V_{B8}$  kann es sich um voneinander unabhängige Potentiale oder auch wenigstens teilweise (annähernd) gleiche Potentiale handeln. Der Teilnehmer ECU7 weist beispielhaft ein Signalisierungselement AD auf, im einfachsten Falle z.B. eine Warnlampe oder einen Tongeber. Vorliegend beinhalten

gleich zwei Teilnehmer eine Zustands-Map im Sinne der Erfindung, nämlich der Teilnehmer ECU4 eine erste und der Teilnehmer ECU8 eine zweite Zustands-Map SMP1 bzw. SMP2. Im Rahmen der Erfindung können mittels der Zustands-Map SMP1 z.B. bestimmte erste Signalkriterien und mittels der Zustands-Map SMP2 bestimmte zweite Signalkriterien erfaßt bzw. gespeichert werden. Gleichwohl kann im Rahmen der Erfindung die Zustands-Map SMP2 auch ein Sicherheits-Duplikat der Zustands-Map SMP1 sein bzw. vice versa, oder es können verschiedene Prüfprogramme verschiedene Zustand-Maps nutzen bzw. für diese vorgesehen sein.

In Fig. 1 sind der Übersicht halber die über die Teilnehmer ECU1 bis ECU8 aus den Potentialen  $V_{B1}$  bis  $V_{B8}$  mit Betriebsstrom versorgten Verbraucher figürlich nicht angedeutet; sie können hier als Bestandteile von ECU1 bis ECU8 aufgefaßt werden. Unter Vernachlässigung von geringen, unvermeidbaren Verlustströmen über den Bus bzw. dessen Bürdebeschaltung (vgl. [1] bis [4]) kann also näherungsweise angenommen werden, daß die aus Potentialen  $V_{B1}$  bis  $V_{B8}$  bezogenen Betriebsströme zur gemeinsamen Äquipotentialschiene GND abfließen, so wie dies beispielhaft nur für den Teilnehmer ECU5 anhand des Stromes  $I_5$  veranschaulicht ist. Beim Teilnehmer ECU5 ist eine Besonderheit angedeutet, nämlich eine schlechte Masseverbindung mit der Äquipotentialschiene GND des Systems, die einen Widerstand  $R_{FG}$  bedingt und daran folglich einen Fehlspannungsabfall  $V_{FG} = (I_5 * R_{FG})$ . Dieser Fehlspannungsabfall bedingt, daß der Masseanschluß des Teilnehmers ECU5 um den Betrag der Fu0punktfehlerspannung  $V_{FG}$  über der Äquipotentialfläche GND "floatet", d.h. keinen Bezug mehr zum systemweit genutzten Bezugspotential hat. Schwankungen des Stromes  $I_5$  und/oder des Widerstandes  $R_{FG}$  haben ein entsprechendes Auf- und Abfloaten des Teilnehmers ECU5 über GND zur Folge. Dies kann, wie nachfolgend näher erläutert, eine signalpegelbedingte Kommunikationsunfä-



higkeit des Teilnehmers ECU5 mit anderen Teilnehmern bzw. dem Rest des Systems zur Folge haben, auch wenn sonst alle übrigen Signalkriterien gut erfüllt sind (z.B. Anstiegszeit, Überschwingen, Bitschulterbreite, etc.).

In Fig. 2 ist zur Messung - durch Kompensation - einer solchen Massefußpunktfehlerspannung  $V_{FG}$  eines Bus-Teilnehmers ein Simulationsmodul 199A im normalen (gestrichelten) Massebetriebsstrompfad 218' eines anderen Bus-teilnehmers ECU geschaltet, wobei dieser normale Pfad hier beispielhaft zwischen einer teilnehmerinternen Masseschiene SYS GND (SYS GND) - an eine Anschlußklemme 13.1 des Teilnehmers ECU geführt - und einem Speisemassepunkt REMote bzw. REFerence GROUND (REF bzw. REM GND) im Applikationsumfeld verläuft.

Der Versorgungsstromkreis des Teilnehmers ECU schließt sich massewärts von der teilnehmerinternen Masseschiene SYS GND über die fett hervorgehobenen Verbindungen 217 und 218 und das Simulationsmodul 199A.

Dem Busteilnehmer ECU wird von einer nicht dargestellten Versorgungsschiene die Betriebsspannung UBATT zugeführt. Ggfs. um einen geringen Spannungsabfall an einem Verpol-schutzelement 19 auf VBATT reduziert speist sie den Eingang 20.1 eines Spannungsreglers 20, dessen Fußpunkt mit der vorgenannten Masseschiene SYS GND verbunden ist. Mit letzterer ist auch der masseseitige Versorgungsanschluß des Bus-Transceivers 100, 100' verbunden, welchem zwecks Stromversorgung von einem Ausgang 20.2 des Reglers 20 eine stabilisierte Versorgungsspannung VCC von z.B. 5 Volt zuführbar ist. Mit der teilnehmerinternen Masseschiene SYS GND sind auch alle übrigen elektrischen Komponenten im Teilnehmer ECU verbunden.

Der Bus-Transceiver 100, 100' ist mit einem Zweidraht-Bus BUS\_H/BUS\_L verbunden, über den der Busteilnehmer ECU mit

entsprechenden anderen Busteilnehmern kommunizieren kann. Er kann für Zwei- und Eindraht-Empfang ausgestattet sein, wobei im differentiellen Zweidrahtbetrieb drahtbezogen ein anderer Ansprechpegel als bei Empfang nur vom jeweils betrachteten Draht wirksam sein kann. Zwischen dem Busteilnehmer ECU und dem Simulationsmodul 199A ist eine Verbindung 266 vorgesehen. Sie kann gleichwohl auch zwischen dem Bus-Transceiver 100, 100' und dem Simulationsmodul 199A bestehen. Für den Fall, daß das Simulationsmodul 199A Bestandteil z.B. eines mobilen Testgerätes - also etwa ETU in Fig. 1 - ist, kann auch eine Steuerverbindung 266' z.B. mit einem hier nicht gezeigten Computer o.dgl. vorgesehen sein. Ersichtlich ersetzt hier also das Simulationsmodul 199A den fehlerhaften Massewiderstand  $R_{FG}$  in Fig. 1, welcher dort eine die Kommunikation beeinträchtigende Fußpunktfehlerspannung  $V_{FG}$  des Teilnehmers ECU 5 bewirkt. Die Auswirkung dieser Fehlerspannung im Hinblick auf die Empfangsfähigkeit des Teilnehmers ECU5 erlaubt das Simulationsmodul 199A gemäß Fig. 2 zu kompensieren, ohne daß dazu im Teilnehmer ECU5 die Empfangsschwellen verändert werden müssen.

In Fig. 3 ist beispielhaft eine z.B. für Massepotentialfehleranalysen geeignete Ausbildung von Vorrichtungselementen im Bus-Transceiver eines Teilnehmers ersichtlich, bei der die Versorgungsanschlüsse sowohl des analog wirkenden Diskriminationsteils 121.20 des Empfangsteils als auch der Sendeendstufe 133 des Bus-Transceivers aus ein- und der/demselben Spannungsklammer bzw. Spannungsregler CD versorgt werden und insoweit zusammen mittels einer digital ansteuerbaren Fußpunkt-Offset-Quelle  $Q_{SG}$  in entsprechender Weise über ein Masse-Potential GND anhebbar sind. Sowohl sende- als auch empfangsseitig eine flexible Potentialanbindung der Digitalsignale  $TxD$  und  $DH$ ,  $DD$  und  $DL$  leistende Strompfade sind ebenfalls angedeutet, ebenso ein Speicher 142' zur Ermöglichung der Sperrung der Endstufe 133 (kein Buszugriff). Ersichtlich ist

eine solche Ausbildung für Potentialfehlerprüfungen von empfangenden und sendenden Teilnehmern geeignet.

Gemäß Fig. 4 ist der gesamte, vermöge einer Spannungs-klammer oder eines Reglers CD mit einer Spannung VCC konstant versorgte Empfangsblock 120', 120'' (einschließlich Digitalteil) eines Transceivers eines Teilnehmers nach Maßgabe durch eine Offset-Quelle  $Q_{sc}$  um beispielhaft 0...5 Volt anhebbar. Dabei können interne Schwellenspannungen  $V_{Th}$  und  $V_{Tl}$  (vgl. Fig. 6 unten) zur Überwachung der Spannungspegel auf den beiden Bus-Leitungen BUS\_H und BUS\_L innerhalb des Empfangsblockes fest, auf netzspezifisch festgelegte feste "Abweichungswerte" umschaltbar oder variabel sein. Dieses Beispiel stellt insoweit eine Abwandlung des Beispiels gemäß Fig. 2 dar, indem hier von einer zusammen mit den Eingangskomparatoren mitschwimmenden digitalen Auswertung ausgegangen wird, die ihrerseits hier ausgangsseitig über logische Strompfade an die Schaltungsumgebung signalflußmäßig angeschlossen werden muß. Ein so ausgestatteter Teilnehmer kann z.B. einen sendenden Teilnehmer prüfen, wenn dieser ohne Last oder unter Betriebs- oder Testlast sendet, wodurch es bei jenem Teilnehmer stromflußbedingt und z.B. massekontaktmangelbedingt zur Ausbildung eines fehlerhaften Fußpunktspannungsabfalles kommt.

Gemäß Fig. 5 kann z.B. aber auch nur der analog wirkende Diskriminationsteil 121.20 im Empfangsteil eines Transceivers mittels einer Fußpunkt-Offset-Quelle  $Q_{sc}$  gegenüber Massepotential verschiebbar ausgebildet sein, wobei die internen Schwellenspannungen  $V_{Th}$  und  $V_{Tl}$  (vgl. Fig. 6 unten) zur Überwachung der Spannungspegel auf den beiden Bus-Leitungen BUS\_H und BUS\_L innerhalb des Empfangsblockes unveränderlich vorgegebene Größen sein können.

Im Vorrichtungsbeispiel gemäß Fig. 6 ist der negative Versorgungsanschluß DG der die drei Komparatoren 121.1

bis 121.3 beispielhaft umfassenden analogen Struktur im Empfangsteil eines Bus-Transceivers mit Masse GND verbunden, hat also z.B. das Potential des Chip GND innerhalb eines entsprechenden Halbleiterschaltkreises. Prüfungserfordernissen gemäß eingestellt bzw. mit einem Offset unterlagert werden hier die Schwellenspannungsquellen 121.4 und 121.5 für die Komparatoren 121.2 und 121.3, welche deren Schwellenspannungen  $V_{TH}$  bzw.  $V_{TL}$  generieren. Gegen diese Schwellenspannungen werden normalerweise die Spannungspegel auf den beiden Busleitungen BUS\_H und BUS\_L im Empfangsbetrieb diskriminiert. Für hier interessierende Bezugspotentialtests kann der für Empfangszwecke normalerweise genutzte Digitalpfad 121.17 zwischen dem Komparator 121.1 und der Auswertungslogik 128 bedarfsweise unterbrochen werden.

Es versteht sich, daß eine ähnliche, separate Zwei-Komparator-Struktur auch außerhalb eines Empfangsteiles (das dann über feste Vergleichsschwellen verfügen kann) als Bestandteil z.B. eines testfähigen Bus-Transceivers vorgesehen werden kann. Sie kann mit einfachen Mitteln zum datensignal-verketteten Sampeln des Potentials bzw. der Potentiale einer oder beider Busleitungen kombiniert werden, wobei dann je nach Auswahl der Verkettungsflanke des Datensignals wahlweise der dominante oder der rezessive Signalpegel erfaßbar ist. Ähnlich wie weiter unten in Verbindung mit Fig. 8 veranschaulicht, wird dabei das Sample-Zeitintervall kürzer als die Busbitzeit gewählt und der Abtastzeitraum vorzugsweise in den Schlußabschnitt der Busbitzeit gelegt. Dadurch können Messfehler durch Überschwingen und/oder Abklingschwingungen auf der Bitsignalschulter weitgehend ausgeblendet werden. Das eigentliche Sampeln kann in an sich bekannter Weise auf beliebigem Wege - z.B. auch durch einen schnelleinlesenden A/D-Mikrocontroller - erfolgen. Mehr dazu ist in der zeitgleich eingereichten Anmeldung [4] ausführlich dargestellt und beschrieben, so daß wegen solcher De-

tails auf jene Offenbarung verwiesen wird.

Im Gegensatz zu Fig. 3 sind bei der Abwandlung gemäß Fig. 7 für Tests mit wahlweise einem oder zwei dominanten Spannungspegel/n zwei separate, steuerbare Offset-Spannungsquellen  $Q_{SL}$  und  $Q_{SH}$  vorgesehen, wobei die Quelle  $Q_{SL}$  der auch bezüglich der Sendeendstufe 133 wirksamen aus Fig. 3 entspricht. Zur Anhebung des negativen Versorgungspotentials der Ader-Endstufe 133L ist die zusätzliche Quelle  $Q_{SH}$  so geschaltet, daß sie eine entsprechend digital steuerbare Veränderung des positiven Versorgungspotentials VCC oder VBATT bzw.  $V_I$  der Ader-Endstufe 133H erlaubt. Es sind hier also beide auf den Bus einspeisenden Quellenpegel veränderbar, nämlich der L-Quellenpegel unabhängig vom H-Quellenpegel, und vice versa.

Beispielsweise kann die steuerbare Offset-Quelle  $Q_{SL}$  einen Spannungshub von 0 bis 3 Volt und die steuerbare Offset-Quelle  $Q_{SH}$  einen solchen von 8 oder 3 bis 0 Volt überstreichen. Je nachdem, wie hoch das Versorgungspotential der Offset-Quelle  $Q_{SH}$  ist, kann bei dieser Vorrichtung also der dominante L-Quellenpegel von 0 bis 3 Volt und der dominante H-Quellenpegel von 3 oder 8 bis 0 Volt einstellbar sein. In der Praxis können die beiden Offset-Quellen  $Q_{SL}$  und  $Q_{SH}$  sowohl alternativ als auch simultan und unabhängig voneinander nutzbar sein.

Das Vorrichtungsdetail gemäß Fig. 8 erlaubt ebenfalls eine dominante Potentialvorgabe beispielsweise auf die Busader BUS\_L. Es sind nur wesentliche Elemente in beispielhaft möglicher Ausführung dargestellt. Insbesondere sind Elemente weggelassen, die die hier realisierte Direktregelung des Quellpotentials unterbinden, wenn z.B. Potentialverhältnisse vorliegen, welche eine Bestromung einer Busader unter Offset nicht erlauben. Wesentliches Element ist eine zwischen Versorgungsklemmen GND und z.B.  $V_I$  oder VBATT liegende Sample & Hold-

Schaltung 2010L. Sie weist einen mit der Busader BUS\_L beispielsweise unmittelbar verbundenen Eingang auf. Des weiteren ist eine vorzugsweise vom Datensignal TxD flankengetriggerte Impulsauslöseschaltung 2011L vorgesehen, die einen sehr kurzen, innerhalb der Datenbitzeit auf die gepfeilte Taktflanke folgenden Abtast-Impuls SP erzeugt, der hier beispielhaft nach GND gerichtet ist. Die Sample & Hold-Schaltung 2010L umfaßt neben dem eingangsseitigen Sampler beispielsweise noch ein Halteglied und erforderlichenfalls auch ausgangsseitige Impedanzkonversionsmittel nach dem Stande der Technik. Der Transistor 1303 ist durch die jeweils wirksame aktive Flanke des Datensignals TxD bereits leitend gesteuert, wenn der Abtastimpuls ausgelöst wird (Positiv-Maskierung). Durch diese Maßnahme ist kurze Zeit später im Augenblick des Abtastens über den leitenden Transistor 1303 der Regelkreis vom Ausgang der steuerbaren Offset-Quelle QSL über den Endstufentransistor 1303 sowie die Diode DL und den Schutzwiderstand RL bis zum Eingang der Sample & Hold-Schaltung geschlossen. Die von der Sample & Hold-Schaltung 2010L ausgegebene Abtastgröße und die Sollwertvorgabe vom D/A-Wandler 199.2L werden über Verbindungen der Offset-Quelle QSL zwecks deren Einstellung zugeführt. Durch ein ENA- bzw. NENA-Signal am Aktivierungseingang der Impulsauslöseschaltung 2011L und einem Deaktivierungseingang der Offset-Quelle QSL kann letztere zwecks Kurzschluß gegen Masse GND angesteuert und die Abtastimpulserzeugung in 2011L gesperrt werden. In diesem Zustand ist die betroffene Offset-Quelle QSL dann unwirksam.

Die vorbeschriebenen sowie die in der zeitgleich hinterlegten Anmeldung [4] beschriebenen Vorrichtungselemente sind geeignet, um die Durchführung des hier beschriebenen Verfahrens zu ermöglichen.

Fig. 9 veranschaulicht den Kommunikationsstatus CST der

Datenübertragung zu einem hier beispielhaft massefehlerhaften Busteilnehmer. Dabei ist im rechten Diagrammteil eine zwischen Zeitmarken  $t_1$  und  $t_4$  rampenförmig ansteigende Simulationsspannung  $V_{SG}$  dargestellt, die z.B. das Simulationsmodul 199A in Fig. 2 erzeugt, und im linken Diagrammteil das zwischen Zeitmarken  $t_2$  und  $t_4$  sich ergebende Fenster, innerhalb dessen eine Datenübertragung zum massefehlerbehafteten Busteilnehmer bzw. Empfänger in letzterem möglich ist. Dabei ist zur Zeit  $t_1$  die Simulationsspannung  $V_{SG1}$  und zur Zeit  $t_2$  die Simulationsspannung  $V_{SG2}$  erreicht. Aus dieser Darstellung ist sofort ersichtlich, daß eine Bewertung innerhalb eines Systems ganz erheblich vereinfacht werden kann, wenn z.B. statt einer rampenförmig verlaufenden Simulationsspannung eine quantisierte, d.h. eine mit über der Zeit stufenförmigem Verlauf benutzt wird, d.h., wenn netzweit gültig jeder Stufe aus einer festen Zahl von Stufen ein möglicher Offsetspannungswert entspricht.

Anhand dieser Darstellung ist auch nachvollziehbar, daß bei anfänglicher Vorgabe in einem am Bus liegenden Sender einer sehr hohen Simulationsspannung  $V_{SG}$  und anschließender Verringerung derselben derjenige Busteilnehmer, der als erster Empfangsfähigkeit erlangt, der ggfs. gesuchte mit dem größten Bezugspotentialfehler gegen Masse im Netz ist - ansonsten einwandfreie Funktion des Empfängers vorausgesetzt.

Umgekehrt ist bei anfänglicher Vorgabe in einem am Bus liegenden Sender keiner oder einer sehr niedrigen Simulationsspannung  $V_{SG}$  und anschließender Erhöhung derselben derjenige Busteilnehmer, der nach allen übrigen als letzter Empfangsfähigkeit erlangt, der ggfs. gesuchte mit dem größten Bezugspotentialfehler gegen Masse REM GND im Netz, vgl. auch Fig. 2.

Die Darstellung gemäß Fig. 9 ist umgekehrt auch auf den

Fall lesbar, daß z.B. ein sendender Teilnehmer z.B. bei voller Betriebslast eine Fußpunktfehlerspannung  $V_{FG}$  aufweist und ein entsprechendes Simulationsmodul eine kompensierende Simulationsspannung  $V_{SG}$  erzeugt, welche wenigstens einen empfangshalber zu diskriminierenden Spannungspegel in Fehlerspannungsrichtung verschiebt.

Unter der Voraussetzung, daß alle Empfänger im Netz jedenfalls bezüglich ihrer in Fig. 2 gezeigten teilnehmerinternen Bezugspotentialschiene SYS GND (innerhalb systemspezifischer Toleranzgrenzen) korrekte Schwellwerte für den Botschaftsempfang wie auch immer aufweisen, folgt daraus, daß bei monotoner Veränderung der Simulationsspannung  $V_{SG}$  bei einem Sender und dabei konstanten Bürdeverhältnissen am Bus bzw. der unter Test stehenden Busader aus der Reihenfolge des Erlangens bzw. Verlierens der Empfangsfähigkeit von Busteilnehmern auf die relativen Höhen des Offsets zum Bezugspotential REM GND bei diesen Busteilnehmern geschlossen werden kann. Dies gilt universell sowohl unter Eindraht- als auch Zweidraht-Testbedingungen.

Wie im Lichte des obigen aus der Fig. 2 unmittelbar ablesbar, ist es vom Bus BUS\_H, BUS\_L aus gesehen jeweils bedeutungslos, auf welche Weise der Empfänger und/oder Sender des Transceivers 100, 100' bzw. dessen diskriminante Empfangsschwellwerte bzw. dominanter/n Quellenpegel potentialmäßig angehoben wird oder dessen/deren in Bezug auf den Bus wirksame Betriebspegel verfälscht werden.

Dasselbe gilt sinngemäß auch für die rezessiven Pegel. Im Hinblick auf Potentialfehler reicht es für das erfindungsgemäße Verfahren also bereits aus, in Bezug auf ein netzweit beziehbares Potential (REFERENCE GROUND) offsetmäßig nur solche Teile im Empfänger bzw. Sender des Transceivers 100, 100' eines Teilnehmers zu beein-



flussen, welche die vom Bus her gesehen in Bezug auf REF GND effektiv wirksamen Empfangsschwellwerte bzw. im Sendefalle dominanten Quellenpegel bestimmen.

In Fig. 10 ist eine Zustands-Map mit einer beispielhaften, relativ einfachen Struktur illustriert. Diese Struktur kann jedoch je nach den Gegebenheiten eines Netzes und seiner betrieblichen Besonderheiten und spezifischen Fehlerwahrscheinlichkeiten auch anders beschaffen sein.

Bei der Zustands-Map im Sinne der Erfindung handelt es sich im einfachsten Falle um einen Speicherbereich, der vorzugsweise ein Verzeichnis der Teilnehmer des Systems enthält und in welchem Zustands-Daten über die für die Kommunikation wesentlichen Signalkriterien der Teilnehmer ECU1 bis ECU8 abgelegt sind. Im Rahmen der Erfindung wird eine Zustands-Map allgemein jedoch über diese rein physikalische Minimalverkörperung hinausgreifend verstanden. Beispielsweise kann sie begrifflich auch speicherunterstützende Hilfsschaltmittel und Elemente wenigstens eines Rechnerprogrammes mitumfassen, welche erforderlich sind, um darin Daten - d.h. ihren Inhalt - zu verändern, Daten darin sukzessive anders anzuordnen oder z.B. nach Maßgabe durch eine fest vorgegebenen Mikroprogrammierung aus bestimmten Daten andere Daten abzuleiten. Eine solche Ableitung kann im Rahmen der Erfindung beispielsweise in Abhängigkeit von Prüfungen verschiedener Teilnehmer bezüglich eines bestimmten Teilnehmers erfolgen, d.h. bei Erfassung eines Signalkriteriums unter Beteiligung eines zusätzlichen Teilnehmers oder mehrerer zusätzlicher Teilnehmer als Meßzeuge/n, oder in Zusammenhang mit einem Bestätigungsprüfbetrieb zwischen mehreren Teilnehmern und der Zustands-Map bezüglich eines oder mehrerer Teilnehmer (Witness- bzw. Approver-Betrieb mit der Zustands-Map als Approver). Mit diesem Verständnis ist

eine Zustands-Map im Sinne der Erfindung also in Verbindung mit einem Rechner zu sehen, wie er z.B. in jedem der Teilnehmer ECU1 bis ECU8 enthalten ist.

Die Zustands-Daten werden durch Diskrimination, Prüfung bzw. Überprüfung oder Messung von dem System bezüglich einzelner Teilnehmer ermittelt, letztlich also von den bzw. durch die Teilnehmer/n selbst. Dies geschieht beispielsweise nach Maßgabe durch wenigstens bestimmte Teile der Software zum Betrieb des vernetzten Systems bzw. unter deren vollständiger Kontrolle.

In einer solchen Zustands-Map können auch abgeleitete Größen wie z.B. wenigstens ein Fehlerabstandsmaß und/oder eine Trendgröße bezüglich eines Signalkriteriums (erzeugt worden und) abgelegt sein. Eine Zustands-Map im Sinne der Erfindung stellt jedenfalls eine eindeutige Zuordnung von Teilnehmern und/oder deren Position innerhalb der Topologie des Netzes und charakteristischen Signalkriterien von Teilnehmern bzw. am Ort von Teilnehmern her, welche der Möglichkeit und/oder Gefahr zeitlicher Veränderung unterliegen mit der Wirkung einer Beeinträchtigung der netzweiten Kommunikation zwischen Teilnehmern.

In diesem Zusammenhang kann die Zustands-Map insbesondere auch in die Vergangenheit zurückreichende Zuordnungen dieser Art herstellen, woraus die Möglichkeit von Aussagen über Entstehungsursachen und/oder Entstehungsdauer und/oder den Grad einer Fehlerwahrscheinlichkeit (z.B. Fehlerabstandsmaß zu gering) bzw. Fehlerlatenz (z.B. Zweidrahtbetrieb noch möglich, Eindrahtbetrieb wäre jedoch im Bedarfsfalle bereits nicht mehr möglich) resultiert. Weitere Eigenschaften der Zustands-Map ergeben sich aus der die Ansprüche reflektierenden Beschreibungseinleitung; wie oben erwähnt sind sie keinesfalls auf die Behandlung von Bezugspotentialfehlern beschränkt oder in

einschränkender Weise an die Art und Weise, wie im System Signalkriterien diskriminiert, geprüft bzw. überprüft oder gemessen werden, gebunden.

In diesem Sinne gliedert sich die Zustands-Map SMP gemäß Fig. 10 beispielhaft in einen Identifikationsabschnitt A, einen Datenstack B und einen Datenbearbeitungsabschnitt C. Unabhängig von der Feinstruktur erweist sich diese Untergliederung in sehr vielen Fällen als zweckmäßig. Der Identifikationsabschnitt A enthält hier beispielhaft eine Tabelle A1, über die jedem System-Identifizierer und/oder jedem Teilnehmer im System bedarfsweise seine topologische Identifikation bzw. ein topologischer Identifizierer innerhalb des Netzes zugeordnet werden kann. Zu diesem Zweck ist hier beispielsweise einem Feld A2 "Teilnehmeridentifikation" das Feld A3 "Netztopologische Identifikation" zugeordnet.

Die durch den Identifikationsabschnitt A behandelten Daten sind dem Datenstack B zuführbar. Der Datenstack B weist hier für vier Signalkriterien vier Registerstacks B1 bis B4 auf. Im obersten Stackregister B4.1 liegen die Daten des jüngsten vierten, im untersten Stackregister B4.2 die Daten des ältesten vierten Signalkriteriums für die einzelnen Teilnehmer des Systems. Diese Organisation nach Signalkriterien kann Vorteile bieten hinsichtlich nachträglicher Erweiterungen des vernetzten Systems um weitere Teilnehmer. Die vier Registerstacks B1 bis B4 können abhängig von der Bedienungssoftware und Feinstruktur der kooperativen Rechnerumgebung mit wahlfreiem Zugriff, als FIFOs oder LIFOs ausgeführt sein. Daten aus den Registerstacks B1 bis B4 sind dem Datenbearbeitungsabschnitt C zuführbar. Dieser Abschnitt umfaßt hier beispielhaft nur ein Datenselektionsfeld C1 und ein Bearbeitungsfeld C2. Letzteres dient der Ableitung von Daten, beispielsweise von Trendgrößen, aber auch von z.B. Alarm-Flags. Mittels

eines solchen Alarm-Flags kann z.B. in Fig.1 von der Zustands-Map MP1 aus das Signalisierungselement AD des Teilnehmers ECU7 über den Bus ausgelöst werden.

Daten können flüchtig oder nichtflüchtig in der Map gehalten werden, beides auch abschnittsweise unterschiedlich. Im Falle nichtflüchtiger Speicherung beispielsweise der Tabelle A1 muß diese bei Inbetriebnahme des Systems jeweils geladen werden. Gespeist wird die Zustands-Map SMP über ihren Erfassungspfad SDI, der der allfälligen Datenversorgung der Zustands-Map dient. Signalkriterien charakterisierende Zustandsdaten sind selektiert über Zustandspfade SDO1 und SDO2 der Map entnehmbar. Abgeleitete Daten bezüglich Signalkriterien im System bzw. von Teilnehmern sind vorzugsweise über einen besonderen Zustandspfad SDO3 der Map entnehmbar.

Beispielsweise kann das Prüfgerät ETU in Fig. 1 selektierte Daten über SDO1 und/oder SDO2 über den Bus zur eigenen Bearbeitung auslesen. Dies kann zweckmäßig sein, wenn es sich dabei um ein Werkstattgerät mit umfanglichem Prüfprogramm handelt. Gleichwohl kann eine solche Auslesung auch davon abhängig gemacht werden, daß über SDO3 der Zustands-Map abgeleitete Daten bestimmter Art, oder z.B. bestimmte Flags, die z.B. aufgrund einer trendauswertenden Grenzwertüberschreitung in Abschnitt C2 gesetzt wurden, auslesbar sind. Dies kann zweckmäßig sein, wenn es sich beim Prüfgerät ETU beispielsweise um einen kleinen mobilen Tester handelt, der nur bei Erfordernis einen Datenträger zur Weiterverarbeitung in einem größeren Werkstattgerät beschreibt.

Die Liste A1 kann z.B. auch durch einen eingangsseitigen Multiplexer ersetzt sein, der das Datenstack B ausgangsseitig z.B. entsprechend der Anzahl zu überwachender Signalkriterien entsprechend vielkanalig

bedient. Da sich Kommunikationsbeeinträchtigungen in einem Netz jedoch in der Regel an verschiedenen Orten des Netzes ganz unterschiedlich auswirken, bietet eine solche Liste in vielen Fällen Vorteile wie folgt. Über diese Liste sind bedarfsweise Signalkriterien Kommunikationsknoten im Netz topologisch zuordenbar, d.h. bestimmte Orte am Systemträger. Diese Zuordnung dient der Fähigkeit einer Zustand-Map in Verbindung mit der sie betreibenden Software, anlässlich des Einbrechens eines bestimmten Fehlerabstandsmaßes eines Signalkriteriums bezüglich eines bestimmten Teilnehmers andere Teilnehmer mit fehlerursachenspezifisch topologischer Nähe (im hier gewählten Beispiel von Potentialfehlern also z.B. Masseversorgung mehrerer Teilnehmer von ein- und demselben Anschlußpunkt, d.h. Ort aus) in Überprüfungen bevorzugt bzw. verstärkt miteinzubeziehen.

Dadurch kann bei noch bestehender Kommunikationsfähigkeit frühzeitig der Kreis kommunikationsfehlergefährdeter Teilnehmer bestimmt und daraus Art und Dringlichkeit beispielsweise eines Service-Requests über das Anzeigeelement AD abgeleitet werden. Bei schon eingetretener Einschränkung oder Störung der Kommunikationsfähigkeit kann aus bis unmittelbar davor in der Map abgelegten Zustands-Daten die wahrscheinliche Fehlerursache am Systemträger und deren Ort schnell und einfach eingegrenzt und beispielsweise mittels eines Prüfgerätes ETU gemäß Fig. 1 ausgelesen werden.

Fig. 11 veranschaulicht in flußdiagrammatischer Darstellung das erstansprüchliche Verfahren, wobei nicht die Minimalversion wie in der Beschreibungseinleitung erwähnt dargestellt ist, sondern bereits einige beispielhafte Erweiterungen optionaler Art getroffen sind. Dabei ist zur Übersicht beispielhaft davon ausgegangen, daß alle Teilnehmer im vernetzten System bezüglich aller Signalkriterien geprüft werden.

Im Schritt 11.1 wird die Betriebsmöglichkeit des System geschaffen, indem es z.B. bestromt und dadurch gestartet wird. Im Schritt 11.2 wird die Software zur Prüfung und Sicherung der Verfügbarkeit des vernetzten Systems aktiviert. Soweit letztere in die Software zum Betrieb des Netzes integriert ist, erfolgt die Aktivierung im Zuge der Aktivierung der Software zum Betrieb des vernetzten Systems. Dabei wird im Schritt 11.3 das vernetzte System initialisiert. Schon in diesem Zusammenhang können zunächst netzweit alle Teilnehmer in definierte Betriebszustände gesteuert werden. Im nächsten Schritt 11.4 erfolgt eine Abfrage, ob die Initialisierung des vernetzten Systems erfolgreich abgeschlossen worden ist. Falls dies aufgrund eines Fehlers nicht möglich war, erfolgt eine Error-on-Startup-Fehlerbehandlung (FAIL) über den Pfad 11.A. Falls die Initialisierung erfolgreich abgeschlossen werden konnte, werden im Schritt 11.5 aus der Zustands-Map den nächsten (momentan also den ersten) zu prüfenden Teilnehmer und/oder das nächste (momentan also das erste) zu prüfende Signalkriterium beschreibende Daten geholt. Im Schritt 11.6 können diese Daten danach abgefragt werden, ob die aktuell durchzuführende Prüfung einen bereits geprüften (nämlich den ersten) Teilnehmer und/oder ein bereits geprüftes (nämlich das erste) Signalkriterium betrifft. Ist dies der Fall, erfolgt eine Verzweigung 11.B zum Schritt 11.11, der weiter unten beschrieben wird. Ist dies nicht der Fall, erfolgt im Schritt 11.7 die Diskrimination oder Prüfung oder Messung des aktuellen Signalkriteriums in Bezug auf den aktuell ausgewählten Teilnehmer. Danach wird im Schritt 11.8 abgefragt, ob Testbarkeit gegeben und/oder das Ergebnis grundsätzlich plausibel war. Ist dies nicht der Fall, liegt bereits ein - wenigstens latenter - Kommunikationsfehler vor und es kann über den Abzweig 11.C beispielsweise einerseits eine teilnehmer- und/oder signalkriteriumgebun-

dene Test-Fail-Anzeige, also z.B. AD in ECU 7 in Fig. 1, und andererseits im Schritt 11.10 das Setzen eines entsprechenden Fehler-Flags im Abschnitt C2 der Zustands-Map erfolgen (abgeleitete Zustands-Daten). Ist dies jedoch der Fall, erfolgt im Schritt 11.9 der Eintrag des Resultats der Diskrimination oder Prüfung oder Messung in Datenform in das betreffende Registerstack (B1...B4) im Abschnitt B der Zustands-Map. Sowohl nach dem Schritt 11.9 als auch nach dem Schritt 11.10 erfolgt ein Rücksprung vor den Schritt 11.5, worauf der nächste Unterzyklus mit dem nächsten Teilnehmer und/oder Signalkriterium beginnt. Wird schließlich die oben bereits erwähnte Verzweigung 11.B erreicht, erfolgt im Schritt 11.11 die Ermittlung wenigstens eines Fehlerabstandsmaßes des vernetzten Systems bezüglich wenigstens eines geprüften Signalkriteriums. Im abschließenden Schritt 11.12 können optional entweder zur Abfrage aus der Map Zustands-Daten in den Abschnitt C1 der Zustands-Map selektiert und/oder zur Vorbereitung des nächsten Zyklus die "Verschiebung" (also z.B. Altern von Daten durch Umordnen) aktueller Daten in ältere Daten vorgenommen oder zur Durchführung im nächsten angestoßenen Prüfdurchlauf vorbereitet werden. Über den Ausgang 11.E wird die beschriebene Prüfroutine gestoppt. Die Zustands-Map kann dann z.B. in einen Standby-Mode fallen, bis durch die Software zum Betrieb des vernetzten Systems am Eingang 11.F der nächste Prüfzyklus mit Aktivierung des Schrittes 11.5 angeworfen wird.

Als Option ist hier ferner noch ein Schritt 11.13 illustriert, der vom Schritt 11.3 aus über 11.G ausgelöst wird. Der Schritt 11.13 hat z.B. folgende Bewandnis. Im Schritt 11.3 wird das vernetzte System initialisiert. Die Initialisierung ist beispielsweise im Normalfall nach einer bestimmten Grenzzeit abgeschlossen. Über den Pfad 11.I kann im Schritt 11.13 geprüft werden, ob bezüglich der erfolgten Initialisierung die hierfür vor-

gesehene Grenzzeit überschritten wurde. Dies kann systemspezifisch z.B. infolge einer bekannten Bedingung nicht ausgeschlossen sein, die es zweckmäßig erscheinen läßt, initial zunächst ein bestimmtes Signalkriterium in Bezug auf einen Teilnehmer oder umgekehrt einen bestimmten Teilnehmer in Bezug auf ein Signalkriterium zu prüfen. Über 11.H wird eine entsprechend spezifische Auswahl beispielsweise durch Maskierung insoweit unerwünschter Teilnehmer bzw. Signalkriterien in der Zustands-Map für den ersten Unterzyklus bewirkt. Da bereits nach dem ersten Unterzyklus das Initialisierungssignal über 11.G fehlt, bleibt 11.D-11.I dann ohne Wirkung, besagte Maske wird folglich gelöscht und der Schritt 11.5 wird im folgenden dann wie oben beschrieben ausgeführt.

Bis hierher ist davon ausgegangen, daß alle Teilnehmer im vernetzten System bezüglich aller Signalkriterien geprüft werden. Dies kann in vielen Fällen und jedenfalls nach dem Einschalten des Systems sinnvoll sein. Davon kann aber in einfacher Weise abgegangen werden, indem unter Beibehaltung des Flußgraphen gemäß Fig. 11 einfach nur der Funktionsinhalt bestimmter Schritte überschrieben wird. So können z.B. die Schritte 11.5 und 11.13 überschrieben werden dahingehend, daß im Schritt 11.5 immer nur der nächste zu prüfende Teilnehmer aus der Zustands-Map geholt wird während der Schritt 11.13 mit der Funktion eines Signalkriterienzählers belegt wird, welcher jeweils nach Abzählung der Teilnehmer über 11.D und 11.I nach Vorgabe aus der Zustands-Map über 11.H das nächste zu prüfende Signalkriterium fix vorgibt. Es versteht sich, daß im Zge derselben Vorgabe aus der Zustands-Map auch jede beliebige Beschränkungen auf nur bestimmte Teilnehmer erfolgen kann. Wird des weiteren z.B. der Funktionsinhalt der Schritte 11.11 und 11.12 dahingehend überschrieben, daß im Schritt 11.11 das Fehlerabstandsmaß bezüglich des aktuell in Prüfung befindli-



chen Signalkriteriums bezüglich aller geprüfter Teilnehmer gebildet wird und im Schritt 11.12 derjenige Teilnehmer markiert wird, dessen Fehlerabstandsmaß das kleinste war, ist z.B. das Verfahren gemäß Anspruch 6 realisiert.

**Figen. 12a, Fig. 12b und Fig. 13** veranschaulichen für den herausgegriffenen Sonderfall der Prüfung auf Bezugspotentialfehler ein abgewandeltes Verfahren gemäß Anspruch 2.

Dabei veranschaulicht **Fig. 12a** das Fenster fehlerfreier Datenübertragung, wenn ein sendender Teilnehmer zwecks Prüfung eines empfangenden Teilnehmers einen Sendespannungspegel ändert.

Dabei ist mit "N" der Sollwert eines Spannungspegels bezeichnet, der üblicherweise von dem Daten sendenden Teilnehmer auf den Bus ausgesendet und bei störungsfreiem Betrieb der Datenübertragung von dem empfangenden Teilnehmer erkannt wird. Mit "L<sub>1</sub>" und "L<sub>2</sub>" sind die Toleranzschwellen bezeichnet, innerhalb derer ein auftretender Spannungswert vom empfangenden Teilnehmer bei der Datenübertragung noch erkannt werden soll.

Des weiteren ist noch ein weiterer, nach oben verschobener Spannungspegel "S" bezeichnet, sowie damit korrespondierende, ebenfalls verschobene Grenzwerte "SL<sub>1</sub>" und "SL<sub>2</sub>". Ein solch höherer Spannungspegel "S" eines sendenden Teilnehmers wird von einem empfangenden Teilnehmer beispielsweise als ein Spannungspegel entsprechend wenigstens dem normalen Toleranzwert "L<sub>2</sub>" erkannt, wenn das Bezugspotential des empfangenden Teilnehmers entsprechend nach oben verschoben ist. Wie oben gezeigt, kann dies beispielsweise wegen einer mangelhaften Massekontaktierung vorkommen.

In **Fig. 12b** ist ein beispielhafter Spannungsverlauf U<sub>s</sub> eines Daten sendenden Teilnehmers bei der Überprüfung

eines potentialfehlerverdächtigen Teilnehmers bei Empfang veranschaulicht. Im Zeitpunkt  $t_2$  wird/werden die Leitung/Leitungen mit einem Spannungspegel entsprechend dem Spannungswert " $L_2$ " beaufschlagt. Da im dargestellten Ausführungsbeispiel der Daten empfangende Teilnehmer jedoch einen höheren Spannungspegel " $SL_2$ " benötigt, um - wegen seiner mangelhaften Massekontaktierung - auf den normalerweise mit dem Spannungspegel " $N$ " verbundenen Wahrheitszustand zu schließen, kann der empfangende Teilnehmer im Zeitpunkt  $t_2$  noch nicht erkennen, daß Daten gesendet werden.

Im weiteren Verlauf ist gezeigt, daß der Daten sendende Teilnehmer seinen mit diesem Wahrheitszustand zu verbindenden Sendepiegel  $U_s$  erhöht. Im gezeigten Ausführungsbeispiel erfolgt die Erhöhung des Pegels kontinuierlich. Diese Erhöhung kann aber auch in anderer Weise erfolgen, beispielsweise in mehr oder weniger kleinen Schritten.

Wenn der Sendepiegel  $U_s$  den Grenzwert " $SL_2$ " erreicht hat, wird von dem empfangenden Teilnehmer auf den normalerweise dem normalen Sendepiegel " $N$ " zugeordneten Wahrheitszustand geschlossen. Ein weiterer Anstieg des Sendepiegels kann dann unterbleiben, weil mit der Feststellung des unteren Grenzwertes  $SL_2$  aus der Differenz zum Sollwert  $L_2$  die Verschiebung des empfangsseitigen Bezugspotentials für den einen betrachteten Teilnehmer bereits gefunden ist.

Andererseits kann aus einer Mehrzahl von Teilnehmern derjenige mit dem größten Potentialfehler leicht erkannt werden, indem der Sendepiegel  $U_s$  weiter erhöht wird, bis im Zeitraum zwischen  $t_4$  und  $t_5$  nur noch der Teilnehmer mit dem größten Potentialfehler Daten empfangen kann und dieser im Zeitpunkt  $t_5$  dann als letzter empfangsunfähig wird, wenn  $U_s$  bis auf  $SL_1$  angestiegen ist. Zur weiteren Auswertung werden entsprechende Werte dann in

der Zustands-Map gespeichert und dort verfügbar gehalten.

Ein Ausführungsbeispiel eines Verfahrens ist in Fig. 13 dargestellt.

Im Schritt 13.1 wird zunächst überprüft, ob von dem empfangenden Teilnehmer ein Spannungspegel  $U_s$  erkannt wird/wurde, der wenigstens dem Wert " $L_2$ " entspricht. Ist dies nicht der Fall, erfolgt ein Übergang zu dem Schritt 13.2, in dem eine Erhöhung des Sendepiegels des sendenden Teilnehmers um einen gewissen Betrag erfolgt. Im Anschluß daran erfolgt ein Rücksprung zu dem Schritt 13.1. Wenn in dem Schritt 13.1 von dem empfangenden Teilnehmer ein Spannungspegel  $U_s$  größer oder gleich " $L_2$ " erkannt wird/wurde, erfolgt ein Übergang zu dem Schritt 13.3, in dem ein Dateneintrag in die Zustands-Map erfolgt, welcher den für diese Erkennung zuletzt benötigten Sendespannungspegel repräsentiert.

Figen. 14a, Fig. 14b und Fig. 15 veranschaulichen für den herausgegriffenen Sonderfall der Prüfung auf Bezugspotentialfehler ein abgewandeltes Verfahren gemäß Anspruch 3.

Dabei veranschaulicht Fig. 14a das Fenster fehlerfreier Datenübertragung, wenn ein empfangender Teilnehmer zwecks Prüfung eines sendenden Teilnehmers einen diskriminanten Bezugsspannungspegel ändert.

Dabei ist mit "N" der Sollwert eines Spannungspegels bezeichnet, der üblicherweise bei störungsfreiem Betrieb von dem Daten sendenden Teilnehmer auf den Bus ausgesendet und bei störungsfreiem Betrieb der Datenübertragung von dem empfangenden Teilnehmer auch erkannt wird. Mit " $L_1$ " und " $L_2$ " sind die Toleranzschwellen bezeichnet, innerhalb derer auftretende Spannungswerte vom empfangenden Teilnehmer bei der Datenübertragung noch erkannt werden sollen.

Des weiteren ist noch ein weiterer, nach oben verschobener Spannungspegel "S" bezeichnet, sowie damit korrespondierende, ebenfalls verschobene Grenzwerte " $SL_1$ " und " $SL_2$ ". Ein solch höherer Spannungspegel "S" eines sendenden Teilnehmers wird dann ausgesendet, wenn das Bezugspotential des Datensenders entsprechend nach oben verschoben ist. Wie oben gezeigt, kann dies beispielsweise wegen einer mangelhaften Massekontaktierung vorkommen.

Da im dargestellten Ausführungsbeispiel der Daten empfangende Teilnehmer jedoch eine höhere diskriminante Bezugsspannung entsprechend dem Grenzwert " $SL_2$ " benötigt, um - wegen der mangelhaften Massekontaktierung des sendenden Teilnehmers - auf den normalerweise mit dem Spannungspegel "N" verbundenen Wahrheitszustand zu schließen, kann der empfangende Teilnehmer im Zeitpunkt  $t_2$  noch nicht erkennen, daß Daten gesendet werden. Im Zeitpunkt  $t_2$  beginnt der empfangende Teilnehmer mit einer diskriminanten Bezugsspannung entsprechend dem unteren Grenzwert  $L_2$  zu kontrollieren, ob er Daten erkennen kann.

In Fig. 14b ist ein beispielhafter Verlauf einer diskriminanten Bezugsspannung  $U_E$  eines Daten empfangenden Teilnehmers bei der Überprüfung eines beim Senden potentialfehlerverdächtigen Teilnehmers veranschaulicht. Dabei wird die Spannung  $U_E$  variiert. Im Zeitpunkt  $t_2$  wird/ werden die Leitung/Leitungen von dem sendenden Teilnehmer mit seinem Sendepiegel beaufschlagt, wobei jedoch aufgrund eines vorliegenden Bezugspotentialfehlers beim sendenden Teilnehmer vom empfangenden Teilnehmer noch keine Daten erkannt werden können.

Im folgenden wird im empfangenden Teilnehmer die empfangsdiskriminante Bezugsspannung  $U_E$  erhöht bis zum Wert " $SL_2$ ", bei dem die Übertragung von Daten erkannt wird. Im gezeigten Ausführungsbeispiel erfolgt die Erhöhung

des empfangsseitig diskriminanten Bezugspegels kontinuierlich. Diese Erhöhung kann aber auch in anderer Weise erfolgen, beispielsweise in mehr oder weniger kleinen Schritten.

Wenn der empfangsseitig diskriminante Bezugspegel  $U_E$  den Grenzwert " $SL_2$ " erreicht hat, wird von dem empfangenden Teilnehmer auf den normalerweise dem normalen Sendepiegel " $N$ " zugeordneten Wahrheitszustand geschlossen. Ein weiterer Anstieg des empfangsseitig diskriminanten Bezugspegels  $U_E$  kann dann in der Regel unterbleiben, weil mit der Feststellung des unteren Grenzwertes  $SL_2$  aus der Differenz zum Sollwert  $L_2$  die Verschiebung des sendeseitigen Bezugspotentials bereits gefunden ist.

Andererseits kann aus einer Mehrzahl von sendenden Teilnehmern derjenige mit dem größten Potentialfehler leicht erkannt werden, indem der empfangsseitig diskriminante Bezugspegels  $U_E$  weiter erhöht wird, bis im Zeitraum zwischen  $t_4$  und  $t_5$  nur noch der Teilnehmer mit dem größten Potentialfehler empfangen werden kann, bis dieser im Zeitpunkt  $t_5$  dann ebenfalls nicht mehr empfangen werden kann, wenn  $U_E$  bis auf  $SL_1$  angestiegen ist. Zur weiteren Auswertung werden entsprechende Werte dann in der Zustands-Map gespeichert und dort verfügbar gehalten.

Ein Ausführungsbeispiel eines Verfahrens ist in **Fig. 15** dargestellt.

In dem Schritt 15.1 wird zunächst überprüft, ob von dem empfangenden Teilnehmer ein Signalpegel erkannt wird, der wenigstens dem Wert " $L_2$ " entspricht. Ist dies nicht der Fall, erfolgt ein Übergang zu dem Schritt 15.2, in dem durch Erhöhung einer diskriminanten Bezugsspannung  $U_E$  eine Erhöhung der Ansprechspannungsschwelle dessen Empfängers erfolgt. Im Anschluß daran erfolgt ein Rücksprung zu dem Schritt 16.1. Wenn in dem Schritt 16.1

von dem empfangenden Teilnehmer ein Signalpegel größer oder gleich "L<sub>2</sub>" erkannt wird/wurde, erfolgt ein Übergang zu dem Schritt 16.3, in dem ein Dateneintrag in die Zustands-Map erfolgt, welcher den für diese Erkennung zuletzt benötigten empfangsseitigen diskriminanten Bezugspegel repräsentiert.

Fig. 16 veranschaulicht, wie für den speziellen Fall der Erfassung von Bezugspotentialfehlern bezüglich einer systemweit ausgedehnten Äquipotentialschiene GND definierte Bedingungen bei einem Teilnehmer herstellbar sind.

Ein Systemteilnehmer ECU enthält eine Elektronik 16.1, welche mit dem Bus BUS\_H/BUS\_L verbunden ist und gegen besagte Äquipotentialschienen GND aus einem Potential +V<sub>B</sub> betriebsstromversorgt wird. Vorliegend liegt im Strompfad zum Potential GND ein zu überwachender bzw. zu prüfender Leitungs- oder Übergangswiderstand, mit Potentialfehlerversatzwirkung in Bezug auf den Teilnehmer ECU über GND. Bestandteil der Elektronik 16.1 ist ein Lastschaltelement 16.3, über welches beispielsweise ein vom Teilnehmer ECU mitumfaßter Stromverbraucher 16.4, etwa eine Stromquelle oder einen Testlastwiderstand, nach Maßgabe einer Anforderung über den Bus BUS\_H/BUS\_L kurze Zeit einschaltbar ist. Im Falle einer Stromquelle kann es sich gleichwohl um eine gesteuerte handeln, welche die Funktion von 16.3 und 16.4 dann quasi integriert enthält. Auf diese Weise ist es möglich, für die Dauer der Ansteuerung des Lastschaltelements 16.3 einen erhöhten Massestrom zur Äquipotentialschiene GND fließen zu lassen. Alternativ dazu ist auch die Betriebsansteuerung einer vom Teilnehmer ECU nach Masse GND stromversorgten externen Betriebslast möglich. Da ein so bewirkter Stromfluß zur Äquipotentialschiene GND (bei fehlender Stromquelleneigenschaft des Stromverbrauchers bzw. einer externen Betriebslast) vom Widerstand 16.2 abhängen

kann, kann es sich in besonderen Fällen als zweckmäßig erweisen, auch die außen am Teilnehmer ECU anliegende Betriebsspannung oder eine daraus abgeteilte Spannung  $U_{PLY}$  in der Elektronik 16.1 zu diskriminieren oder zu prüfen bzw. überprüfen oder zu messen und diesbezüglich entsprechende Zustands-Daten zu erzeugen und in der wenigstens einen Zustands-Map SMP abzulegen und/oder zu verarbeiten und/oder auszuwerten. Wesentlich dabei ist, daß diese Spannung innerhalb des Teilnehmers ECU vom Potential  $+V_B$  aus nicht durch Regelung gewonnen wird, da sie ansonsten als Referenzspannung für Plausibilitätsbewertungszwecke in der Zustands-Map nicht verwertbar ist.

Mit den vorbeschriebenen Vorgehensweisen können Potentialverschiebungen verschiedener Teilnehmer des vernetzten Systems gegeneinander festgestellt werden. Wenn die Potentialverschiebungen mehrerer Teilnehmer verglichen werden, können dabei sicherer Aussagen über Massefehlerprobleme einzelner Teilnehmer gemacht werden. Wenn beispielsweise mehrere Datenempfänger gegenüber einem Datensender eine Potentialverschiebung aufweisen, so kann beispielsweise aus der Zustands-Map geschlossen werden, daß der Datensender eine Potentialverschiebung gegenüber den Datenempfängern aufweist und nicht umgekehrt. Für solche Feststellungen können besonders vorteilhaft mehrere Teilnehmer im Netz mit Witness- oder Approver-Funktion im Hinblick auf die Zustands-Map beteiligt werden.

Beschriebenermaßen ist das erfindungsgemäße Verfahren auch für die Früherkennung allfällig anderer die Kommunikation innerhalb des vernetzten Systems beeinträchtigender und insoweit die Verfügbarkeit des Systems in Frage stellender Fehler geeignet. Vorteilhaft wird die bzw. wenigstens eine Zustands-Map in einem Teilnehmer oder es werden mehrere in mehreren Teilnehmern des vernetzten Systems geführt bzw. betrieben und/oder ge-

speichert. Die Zustands-Map kann vorteilhaft von einem Prüfgerät ausgelesen werden, das an das vernetzte System anschließbar ist. Es ist dann frühzeitig möglich, in Entstehung begriffene Fehler zu beheben, bevor es zu Funktionsstörungen im vernetzten System kam.

Bezüglich figürlich nicht illustrierter Weiterbildungen der vorbeschriebenen Verfahrensdetails wird auf die Merkmalsbeschreibung und -Erläuterung in der ausführliche Beschreibungseinleitung sowie verständnishalber auf die eingangs erwähnten Schriften [1] bis [4] verwiesen.



### Patentansprüche

1. Verfahren zur Prüfung und Sicherung der Verfügbarkeit eines einem Systemträger zugeordneten, vernetzten Systems, in welchem eine Mehrzahl von Teilnehmern über ein aus einer oder mehreren Leitungen bestehendes Busnetz Daten austauschen, wobei zumindest einzelne Teilnehmer Daten über die Leitung bzw. die Leitungen senden, indem die Leitung bzw. die Leitungen von den entsprechenden Teilnehmern mit bestimmten Spannungspegeln beaufschlagt wird bzw. werden und wobei die Daten in wenigstens einem empfangenden Teilnehmer anhand von Spannungspegeln ausgewertet werden, indem die Leitung bzw. die Leitungen von dem wenigstens einen empfangenden Teilnehmer auf das Über- bzw. Unterschreiten von Spannungspegeln überwacht wird bzw. werden,  
d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t,  
daß auf dem Busnetz anstehende Signale unter netzweit für alle Teilnehmer definierten Bedingungen von einzelnen Teilnehmern während des Betriebs des Systems bezüglich wenigstens eines Signalkriteriums diskriminiert oder geprüft oder gemessen werden, wobei jeweils für jedes Signalkriterium bezüglich eines jeden Teilnehmers charakteristische Zustands-Daten erzeugt und in wenigstens einer Zustands-Map des Systems gesammelt und angeordnet werden, wobei diese Zustands Daten sowohl den aktuellen als auch wenigstens einen früheren Zustand hinsichtlich der geprüften Teilnehmer bezüglich des wenigstens einen Kriteriums charakterisieren, und daß

aus diesen Zustands-Daten wenigstens ein Fehlerabstandsmaß des vernetzten Systems bezüglich des wenigstens einen Kriteriums gewonnen wird.

2. Verfahren zur Prüfung und Sicherung der Verfügbarkeit eines einem Systemträger zugeordneten, vernetzten Systems, wobei Teilnehmer dieses Netzes über eine oder mehrere Leitungen Daten austauschen, wobei zumindest einzelne Teilnehmer Daten über Leitung bzw. die Leitungen senden, indem die Leitung bzw. die Leitungen von den entsprechenden Teilnehmern mit bestimmten Spannungspegeln beaufschlagt wird/werden und wobei die Daten durch zumindest einen Teilnehmer anhand von Spannungspegeln ausgewertet werden, indem die Leitung bzw. die Leitungen von dem zumindest einen Teilnehmer auf das Über- bzw. Unterschreiten von Spannungspegeln überwacht werden,

d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t ,  
daß die Funktionsfähigkeit von Daten empfangenden Teilnehmern (ECU) überprüft wird, indem Signale mit einem gegenüber dem normalen Senden von Daten verschobenen Spannungspegel gesendet werden (13.2), indem weiterhin überprüft wird, bei welchem Maße der Verschiebung dieses Spannungspegels zumindest einzelne Teilnehmer keine Daten mehr empfangen können (13.1) und daß wenigstens eine Zustands-Map angelegt wird, in der bezogen auf die einzelnen Daten empfangenden Teilnehmer in Form von Zustands-Daten gespeichert wird, bei welcher Verschiebung besagten Spannungspegels zumindest einzelne Teilnehmer keine Daten mehr empfangen können (13.3) und/oder bei welcher (weiteren) Verschiebung besagten Spannungspegels welcher bzw. welche Teilnehmer als letzte bzw. letzter noch Daten empfangen können bzw. kann.

3. Verfahren zur Prüfung und Sicherung der Verfügbarkeit eines einem Systemträger zugeordneten, vernetzten Systems, wobei Teilnehmer dieses Netzes über eine oder

mehrere Leitungen Daten austauschen, wobei zumindest einzelne Teilnehmer Daten über die Leitung bzw. die Leitungen senden, indem die Leitung bzw. die Leitungen von den entsprechenden Teilnehmern mit bestimmten Spannungspegeln beaufschlagt wird/werden und wobei die Daten durch zumindest einen Teilnehmer anhand von Spannungspegeln ausgewertet werden, indem die Leitung bzw. die Leitungen von dem zumindest einen Teilnehmer auf das Über- bzw. Unterschreiten von Spannungspegeln überwacht werden,

d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t, daß die Funktionsfähigkeit von Daten sendenden Teilnehmern überprüft wird, indem Signale von zumindest einem Daten sendenden Teilnehmer ausgesendet werden, indem weiterhin überprüft wird, inwieweit der Pegel der empfangenden Signale von dem Sollwert des Signalpegels beim normalen Senden von Daten abweicht, und daß wenigstens eine Zustands-Map angelegt wird, in der bezogen auf die einzelnen Daten sendenden Teilnehmer ein Maß für die ermittelte Abweichung gespeichert wird.

4. Verfahren nach Anspruch 2,

d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t, daß die Signale mit einem gegenüber dem normalen Senden von Daten verschobenen Signalpegel von wenigstens einem Teilnehmer des vernetzten Systems (S) gesendet werden.

5. Verfahren nach Anspruch 3,

d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t, daß die Überprüfung von wenigstens einem Daten empfangenden Teilnehmern durchgeführt wird.

6. Verfahren gemäß Anspruch 1,

d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t, daß aus diesen Zustands-Daten das kleinste Fehlerabstandsmaß unter einzelnen Teilnehmern bezüglich des

wenigstens einen Kriteriums gewonnen und der betreffende Teilnehmer in der Zustands-Map entsprechend markiert wird.

7. Verfahren gemäß Anspruch 1, 2 oder 3, dadurch gekennzeichnet, daß das Verfahren anläßlich der normalen Inbetriebnahme und/oder normalen Außerbetriebsetzung des Systemträgers durchgeführt wird.

8. Verfahren gemäß Anspruch 1, 2 oder 3, dadurch gekennzeichnet, daß das Verfahren im Verlaufe eines jeden Betriebes des Systems wiederholt durchgeführt wird.

9. Verfahren gemäß Anspruch 1 oder 6, dadurch gekennzeichnet, daß das diskriminierte oder geprüfte oder gemessene Signalkriterium ein Anstiegszeitmaß, ein Überschwingmaß oder ein Beruhigungszeitmaß eines Datensignals bei bzw. nach dessen Zustandsänderung ist.

10. Verfahren gemäß Anspruch 1 oder 6, dadurch gekennzeichnet, daß als das wenigstens eine Signalkriterium ein Bezugspotential einzelner Teilnehmer im vernetzten System diskriminiert oder geprüft oder gemessen wird.

11. Verfahren gemäß Anspruch 10, dadurch gekennzeichnet, daß die Diskrimination oder Prüfung oder Messung besagten Bezugspotentials einzelner Teilnehmern im vernetzten System durch Erfassung wenigstens eines rezessiven oder dominanten Signalpegels in einzelnen Teilnehmern unter jeweils definierten Ruhe- und/oder Betriebs- oder Testlastbedingungen einzelner Teilnehmer erfolgt.

12. Verfahren gemäß Anspruch 10,  
dadurch gekennzeichnet,  
daß die Diskrimination oder Prüfung oder Messung durch  
datensignalverkettetes Sampeln des Potentials auf dem we-  
nigstens einen Busdraht binnen einer Abtastdauer erfolgt,  
welche kürzer als die Busbitzeit des Datensignals auf  
dem wenigstens einen Busdraht ist.

13. Verfahren gemäß Anspruch 10,  
dadurch gekennzeichnet,  
daß eine Bezugspotentialabweichung bei wenigstens  
einem empfangenden Teilnehmer im vernetzten System er-  
faßt wird und zwecks dieser Erfassung eine Diskrimina-  
tion oder Messung in diesem Teilnehmer wenigstens eines  
auf wenigstens eine Leitung des Busnetzes eingespeisten  
dominanten Quellenpegels erfolgt, wobei der jeweils ein-  
gespeiste dominante Quellenpegel gegenüber dem normalen  
dominanten Signalpegel in jeweils vorbestimmter Weise  
versetzt wird und in der Zustands-Map in Abhängigkeit  
von dem im empfangenden Teilnehmer gewonnenen Diskri-  
minations- oder Meßergebnis der jeweilige Versatz in  
Form von Zustands-Daten abgelegt wird.

14. Verfahren gemäß Anspruch 10,  
dadurch gekennzeichnet,  
daß eine Bezugspotentialabweichung bei wenigstens einem  
sendenden Teilnehmer im vernetzten System erfaßt wird  
und zwecks dieser Erfassung eine Diskrimination oder  
Messung wenigstens eines auf wenigstens eine Leitung des  
Busnetzes von diesem Teilnehmer eingespeisten dominanten  
Signalpegels erfolgt, indem bei oder in wenigstens einem  
empfangenden Teilnehmer ein empfangsdiskriminanter Bezug-  
spiegel in jeweils vorbestimmter Weise versetzt wird und  
in der Zustands-Map in Abhängigkeit von dem im empfan-  
genden Teilnehmer gewonnenen Diskriminationsoder Meßer-  
gebnis der jeweilige Versatz in Form von Zustands-Daten

abgelegt wird.

15. Verfahren gemäß Anspruch 1, 2, 3, 6, 11, 13 oder 14, dadurch gekennzeichnet, daß eine Diskrimination oder Prüfung oder Messung bzw. Überprüfung bezüglich eines bestimmten Teilnehmers jeweils durch wenigstens zwei andere Teilnehmer im Netz vorgenommen wird (Witness-Funktion).

16. Verfahren gemäß Anspruch 1, 2, 3, 11, 13 oder 14, dadurch gekennzeichnet, daß eine Diskrimination oder Prüfung oder Messung bzw. Überprüfung bezüglich eines bestimmten Teilnehmers identisch auch bezüglich wenigstens eines weiteren Vergleichsteilnehmers vorgenommen und eine Plausibilitätsauswahl in der Zustands-Map bezüglich des Ergebnisses getroffen wird (Approver-Funktion).

17. Verfahren gemäß Anspruch 13, dadurch gekennzeichnet, daß Datensignale mit wenigstens einem gegenüber dem normalen dominanten Signalpegel versetzten dominanten Quellenpegel von wenigstens einem Teilnehmer des vernetzten Systems ins Busnetz gesendet werden.

18. Verfahren gemäß Anspruch 13 oder 14, dadurch gekennzeichnet, daß die Diskrimination oder Messung des wenigstens einen auf wenigstens eine Leitung des Busnetzes eingespeisten dominanten Quellen- bzw. Signalpegels in wenigstens einem empfangenden Teilnehmer erfolgt und hierfür von diesem umfaßte Mittel zur Überwachung der Leitung bzw. Leitungen auf das Über- bzw. Unterschreiten von Spannungspegeln zwecks Datenempfang genutzt werden.

19. Verfahren gemäß Anspruch 1, 2, 3 oder 11, dadurch gekennzeichnet, daß die Diskrimination oder Prüfung bzw. Überprüfung oder Messung unter netzweit definierten Ruhe- und/oder Betriebs- oder Testlastbedingungen einzelner Teilnehmer erfolgt.

20. Verfahren gemäß Anspruch 1, 2 oder 3, dadurch gekennzeichnet, daß die wenigstens eine Zustands-Map in wenigstens einem dem vernetzten System dauerhaft zugehörigen Teilnehmer betrieben wird.

21. Verfahren gemäß Anspruch 1, 2 oder 3, dadurch gekennzeichnet, daß eine nichtflüchtige Speicherung der wenigstens einen Zustands-Map erfolgt.

22. Verfahren gemäß Anspruch 1, 2 oder 3, dadurch gekennzeichnet, daß die wenigstens eine Zustands-Map bezüglich darin gehaltener Inhaltsteile fortlaufend aktualisiert bzw. fortgeschrieben wird, indem ältere Inhaltsteile durch neuere Inhaltsteile überschrieben werden.

23. Verfahren gemäß Anspruch 1, 2 oder 3, dadurch gekennzeichnet, daß (die) wenigstens einen früheren Systemzustand charakterisierende Zustands-Daten zumindest vorübergehend zusammen mit (den) den aktuellen Systemzustand charakterisierenden Zustands-Daten in der wenigstens einen Zustands-Map gehalten werden.

24. Verfahren gemäß Anspruch 1, 2 oder 3, dadurch gekennzeichnet, daß aus in der wenigstens einen Zustands-Map wenigstens vorübergehend vorhandenen, den aktuellen und

wenigstens einen früheren Systemzustand charakterisierenden Zustands-Daten wenigstens eine Trendgröße bezüglich der tendentiellen Entwicklung der besagten Abweichung bzw. des besagten Fehlerabstandsmaßes des wenigstens einen Signalkriteriums im System abgeleitet wird.

25. Verfahren gemäß Anspruch 24,  
dadurch gekennzeichnet,  
daß die Ableitung der Trendgröße vermittels der Software zum Betreiben des vernetzten Systems vorgenommen wird.

26. Verfahren gemäß Anspruch 1, 2, 3, 6 oder 24,  
dadurch gekennzeichnet,  
daß die Abweichung bzw. Verschiebung des Fehlerabstandsmaß und/oder die wenigstens eine Trendgröße in der Zustands-Map nichtflüchtig gehalten wird/werden.

27. Verfahren gemäß Anspruch 1, 2 oder 3,  
dadurch gekennzeichnet,  
daß die Diskrimination oder Prüfung bzw. Überprüfung oder Messung und wenigstens eines von Sammlung, Aufbereitung, Anordnung und Auswertung von Zustands-Daten in der Zustands-Map durch ein mit der bzw. in die Software zum Betreiben des vernetzten Systems integriertes und hinsichtlich seiner Durchführung dem normalen Netzbetrieb unterlagertes und insoweit latent ablaufendes Online-Diagnoseprogramm vorgenommen wird.

28. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche,  
dadurch gekennzeichnet,  
daß an das vernetzte System als weiterer Teilnehmer ein Prüfgerät angeschlossen wird und von diesem wenigstens Teile der wenigstens einen Zustands-Map ausgelesen werden.



29. Verfahren gemäß Anspruch 1, 2, 3, 6 oder 24, dadurch gekennzeichnet, daß wenigstens ein dem System dauerhaft zugehöriger Teilnehmer mit Anzeige- und/oder Signaleinrichtungen ausgestattet ist und daß bei Überschreitung eines Grenzwertes für das Maß der Abweichung bzw. Verschiebung bzw. bei Unterschreitung eines Grenzwertes für das wenigstens eine Fehlerabstandsmaß oder die Trendgröße dieser Zustand von dem Teilnehmer angezeigt bzw. signalisiert wird.

30. Verfahren nach wenigstens einem der vorherigen Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß Teile der in der Zustands-Map abgelegten Zustands-Daten und/oder das Maß der Abweichung bzw. ein Fehlerabstandsmaß des Systems oder eines Teilnehmers und/oder die wenigstens eine Trendgröße in ein elektronisches Autorisationsmittel zur Benutzung bzw. zur Inbetriebnahme des Systemträgers eingeschrieben werden.

31. Verfahren gemäß Anspruch 7, dadurch gekennzeichnet, daß nach der Inbetriebnahme und Initialisierung des vernetzten Systems sofort eine erste Diskrimination oder Prüfung bzw. Überprüfung oder Messung vorgenommen wird, und daß hierbei selektiv eine geringere Zahl von Teilnehmern und/oder eine geringere Zahl von Signalkriterien der Diskrimination oder Prüfung oder Messung unterworfen wird bzw. werden als bei der anschließenden Weiterführung des Verfahrens (Startup-Outmasking).

32. Verfahren nach wenigstens einem der vorherigen Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß wenigstens zwei Zustands-Maps (SMP1, SMP2) in zwei verschiedenen Teilnehmern vorgesehen und verwendet werden.

33. Verfahren nach wenigstens einem der vorherigen Ansprüche,

dadurch gekennzeichnet,  
daß im System zwei verschiedene Zustands-Maps (SMP1, SMP2) vorgesehen werden, welche für unterschiedliche Prüfverfahren und/oder -programme jeweils voneinander unabhängig verändert und/oder bearbeitet und/oder ausgelesen werden.

34. Verfahren nach wenigstens einem der vorherigen Ansprüche,

dadurch gekennzeichnet,  
daß im Zuge der Diskrimination oder Prüfung bzw. Überprüfung oder Messung wenigstens einzelne Teilnehmer jeweils wenigstens einen teilnehmerexternen elektrischen Verbraucher mit Betriebsstrom versorgen.

35. Verfahren nach wenigstens einem der vorherigen Ansprüche,

dadurch gekennzeichnet,  
daß wenigstens in einzelnen Teilnehmern des Systems eine über das Busnetz im Sinne einer Bestromung ansteuerbare Prüflast (16.4) vorgesehen ist und daß im Zuge der Diskrimination oder Prüfung bzw. Überprüfung oder Messung dieselbe angesteuert wird.

36. Verfahren nach wenigstens einem der vorherigen Ansprüche,

dadurch gekennzeichnet,  
daß auch die innerhalb Teilnehmern erfaßbare, außen anliegende Betriebsspannung oder eine daraus abgeteilte Spannung ( $U_{PLT}$ ) diskriminiert oder geprüft bzw. überprüft oder gemessen wird und daß diesbezüglich Zustands-Daten erzeugt und in der wenigstens einen Zustands-Map (SMP) abgelegt und/oder verarbeitet und/oder ausgewertet werden.

37. Verfahren gemäß Anspruch 1, 2 oder 3,  
dadurch gekennzeichnet,  
daß wenigstens eine Zustands-Map umfaßt:

- einen Teilnehmer-Identifikationsabschnitt (A),
- ein Zustands-Daten-Stack (B) und
- einen Datenbearbeitungsabschnitt C.

38. Verfahren gemäß Anspruch 37,  
dadurch gekennzeichnet,  
daß der Identifikationsabschnitt (A) eine Tabelle (A1)  
umfaßt, über die jedem System-Identifizier und/oder Teil-  
nehmer im System bedarfsweise seine topologische Iden-  
tifikation bzw. ein topologischer Identifizier innerhalb  
des Netzes zugeordnet wird.

39. Verfahren gemäß Anspruch 37,  
dadurch gekennzeichnet,  
daß das Datenstack (B) eine der Anzahl zu prüfender  
Signalkriterien entsprechende Mehrzahl von Registerstacks  
(B1 bis B4) umfaßt, in welchen bzw. durch welche hindurch  
Zustands-Daten entsprechend ihrem Altersfortschritt rout-  
bar sind.

40. Verfahren gemäß Anspruch 37,  
dadurch gekennzeichnet,  
daß der Datenbearbeitungsabschnitt (C) wenigstens einen  
Bereich zur Datenselektion (C1) und einen Bereich zur  
Datenbearbeitung (C2) aufweist, wobei in ersterem Zu-  
stands-Daten wenigstens nach Minimal- und Maximalwerten  
selektierbar und/oder umordenbar und wobei in letzterem  
aus Zustands-Daten in Abhängigkeit von ihrem Alter und/  
oder zeitlichen Anfall veränderungsindikative Daten er-  
zeugbar sind.

41. Verfahren nach wenigstens einem der vorherigen Ansprüche,  
dadurch gekennzeichnet,  
daß es bei einem Verkehrsmittel durchgeführt wird.

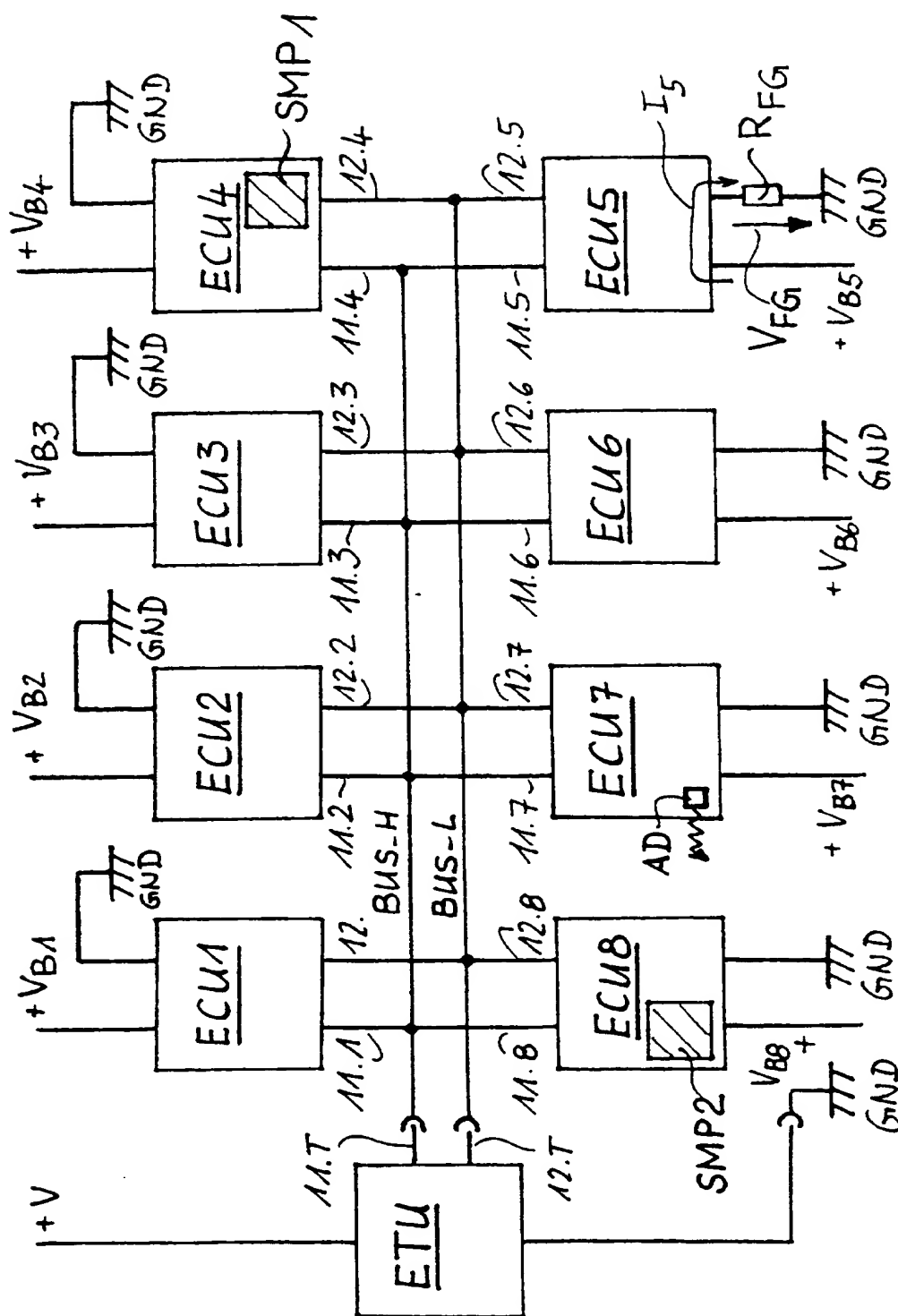


Fig. 1

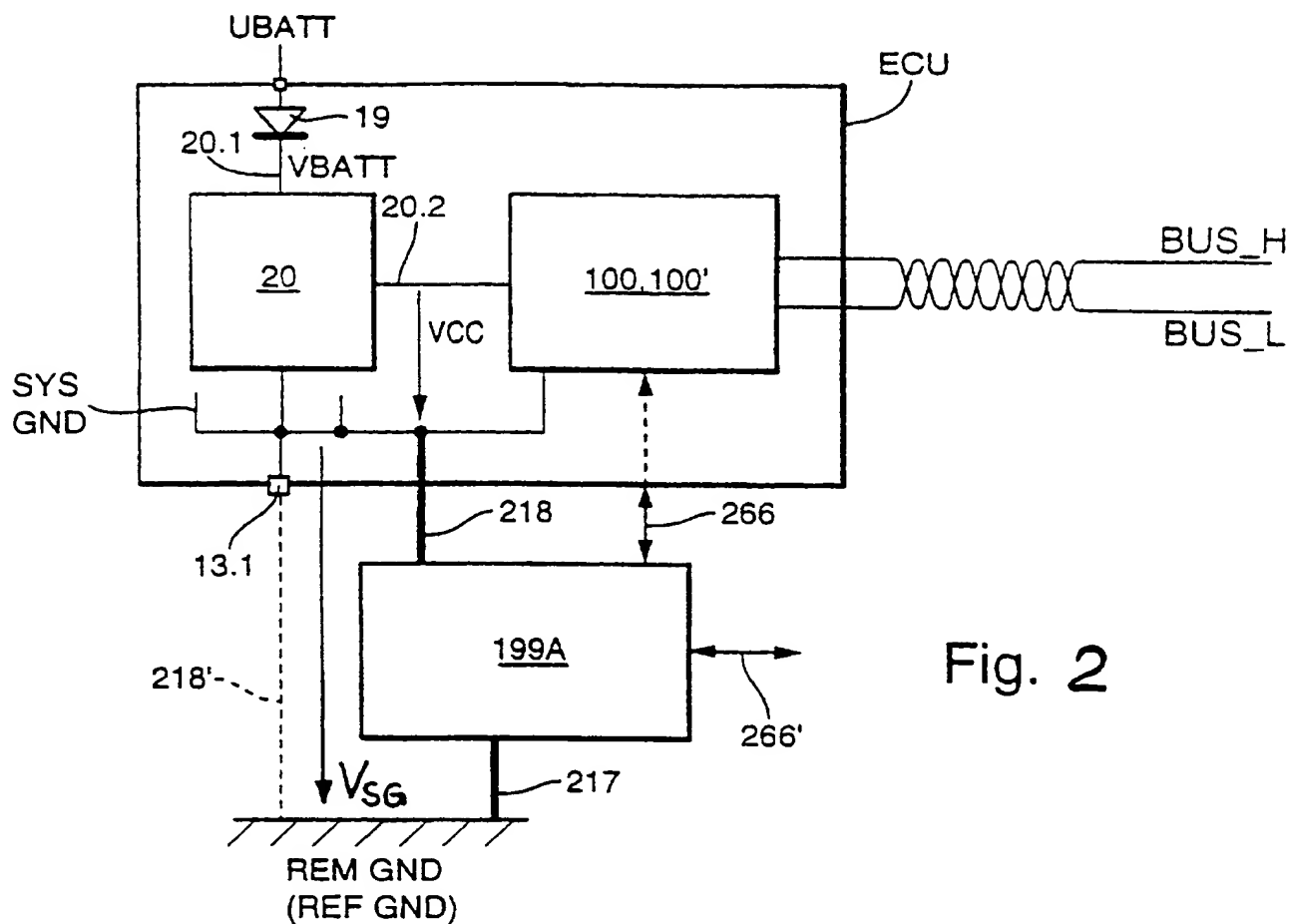


Fig. 3

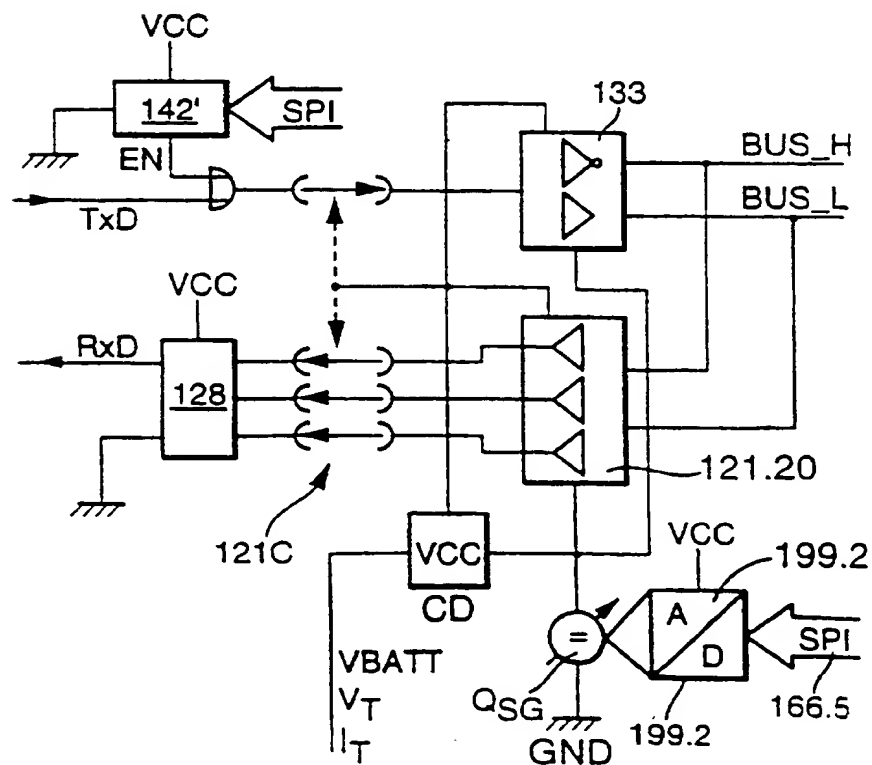


Fig. 4

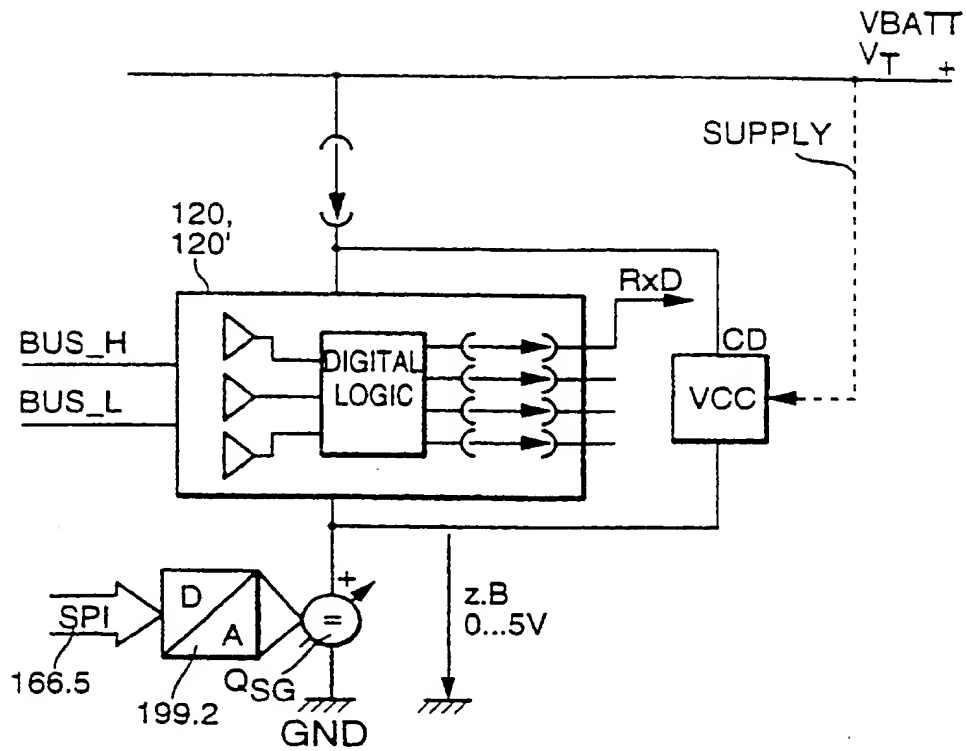


Fig. 5

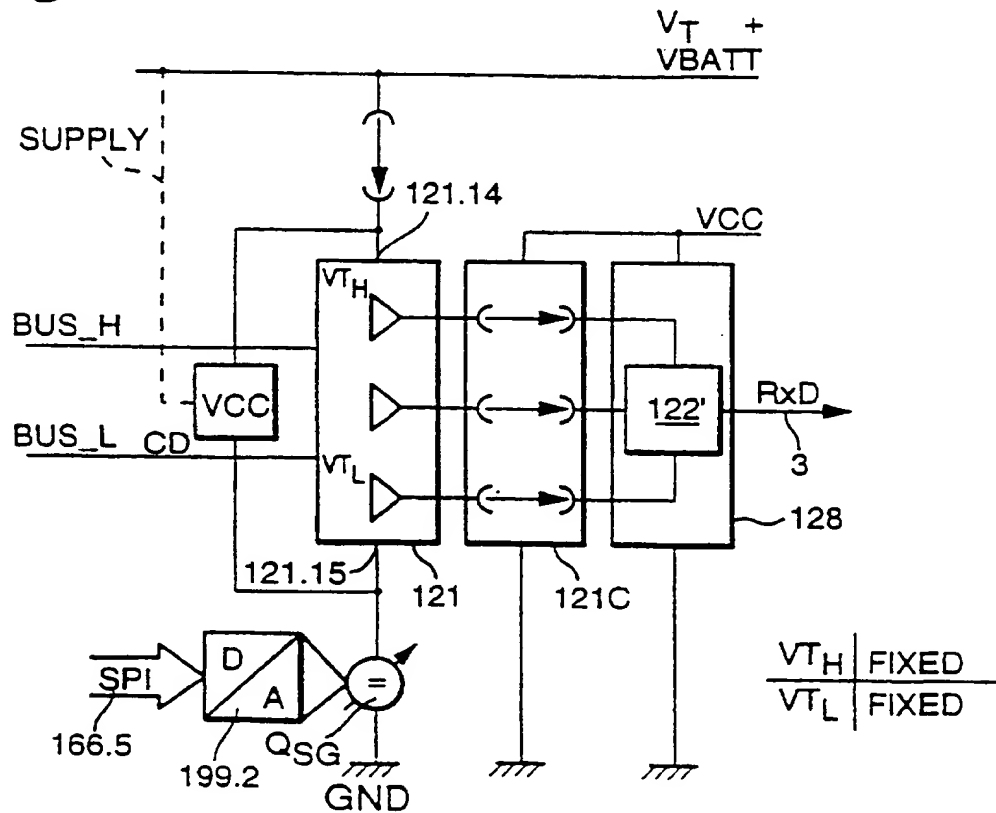






Fig. 8

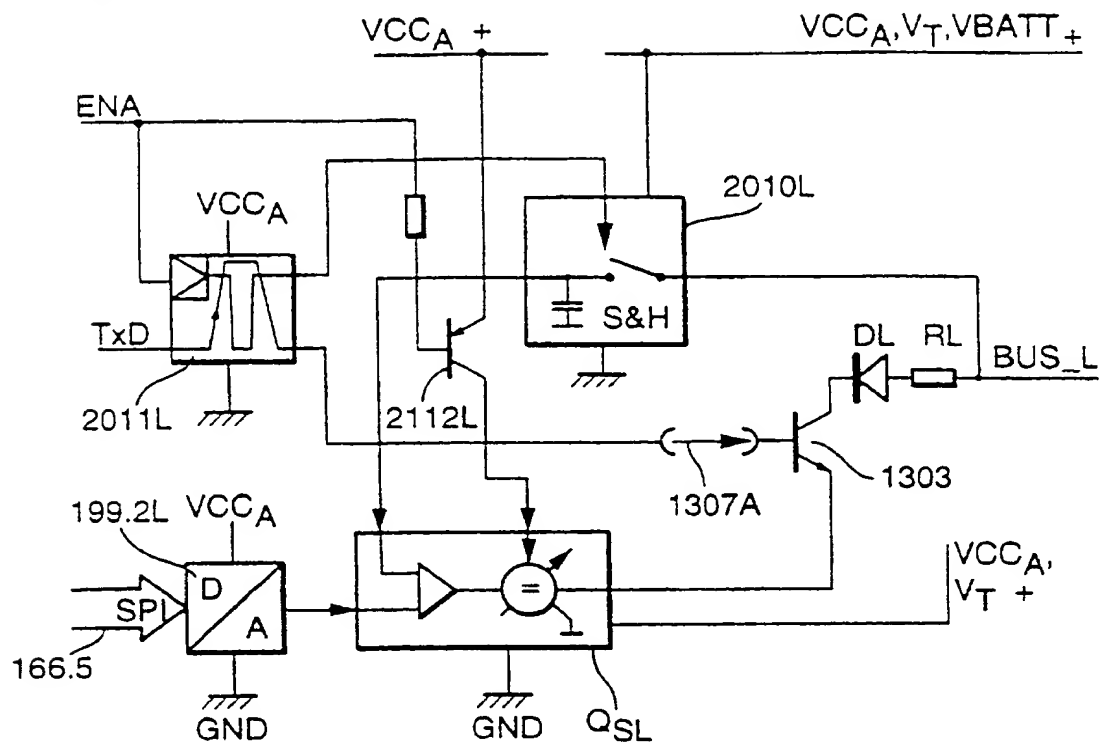
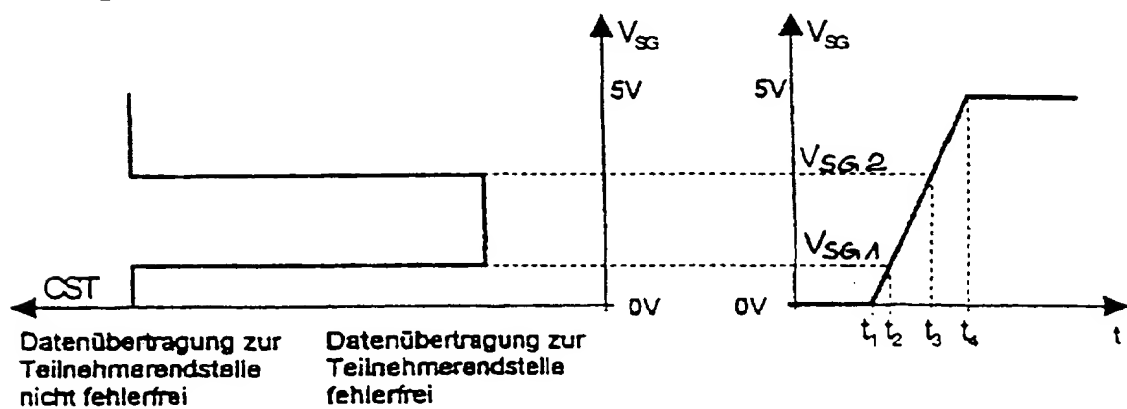


Fig. 9



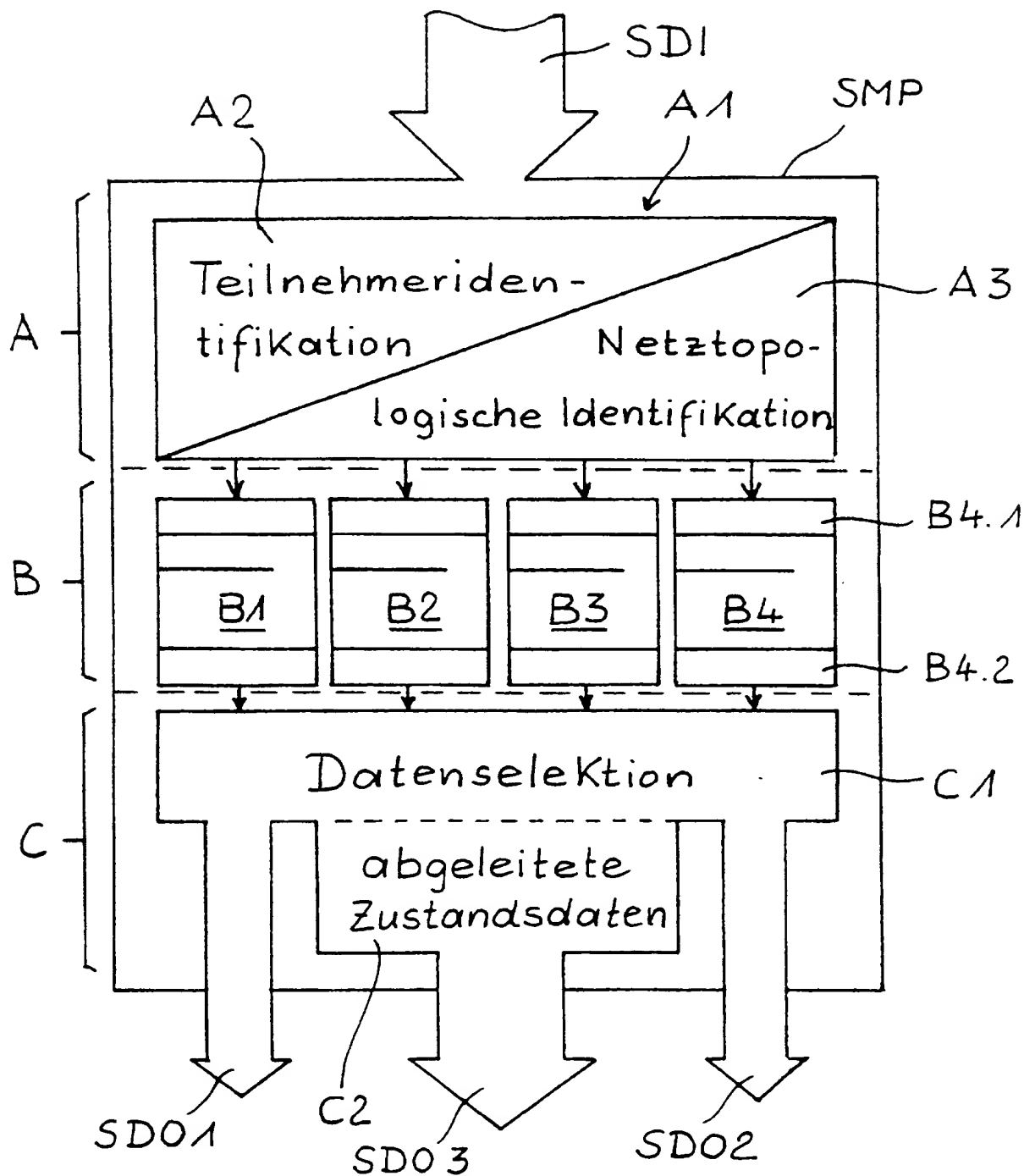
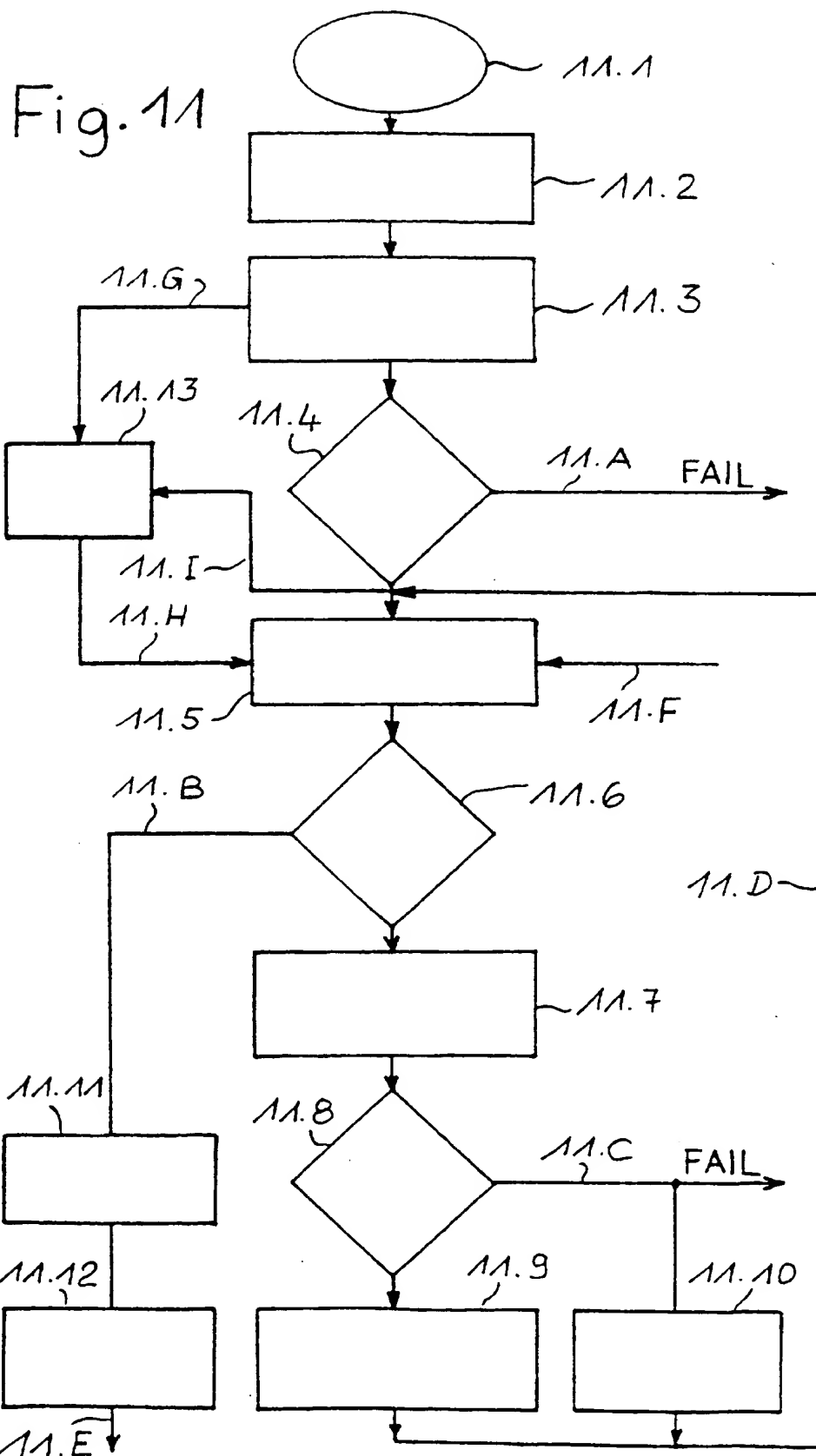


Fig. 10



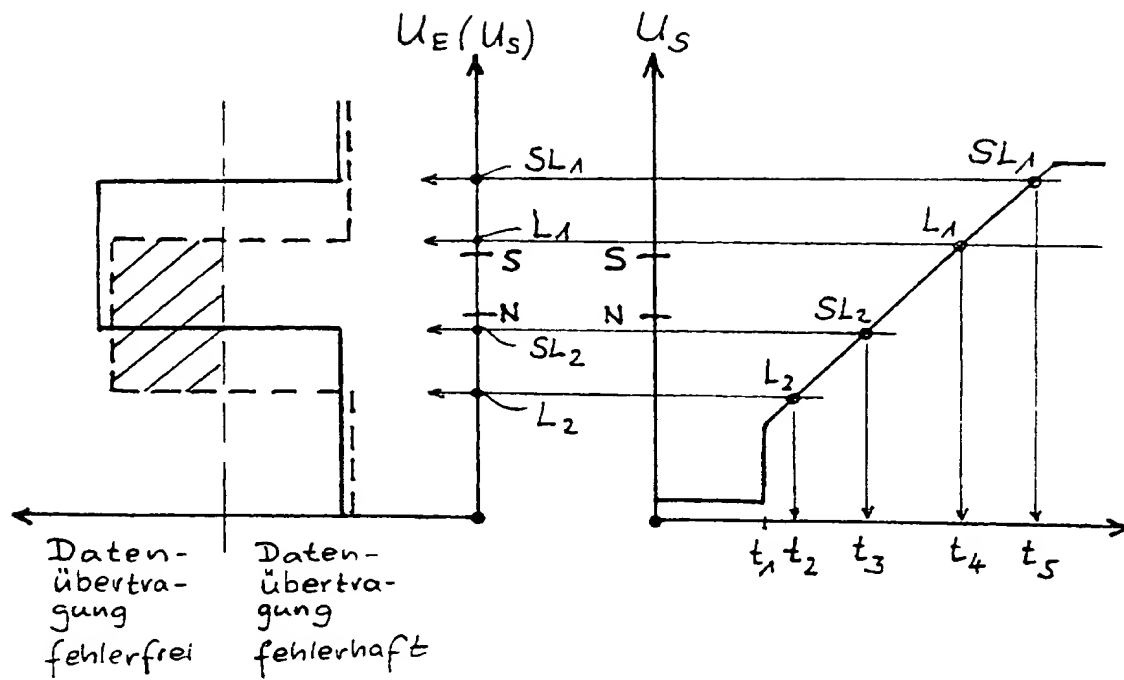


Fig. 12a

Fig. 12b

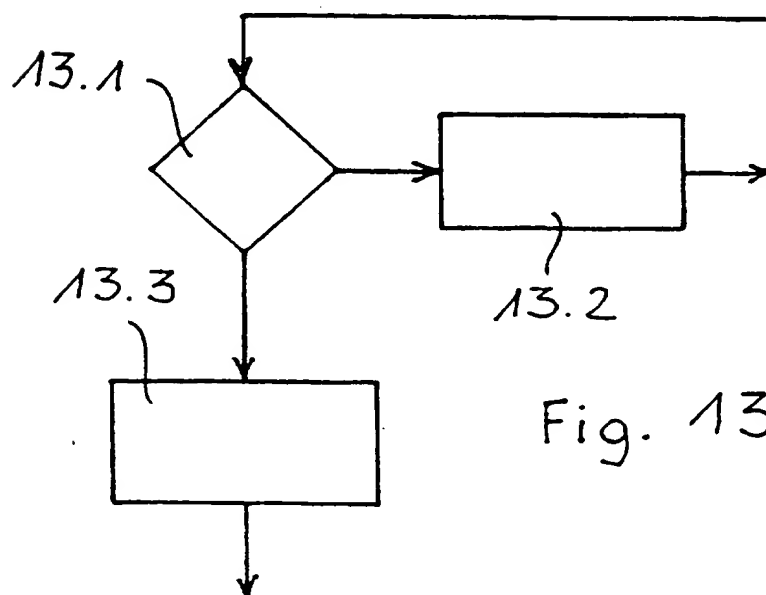


Fig. 13

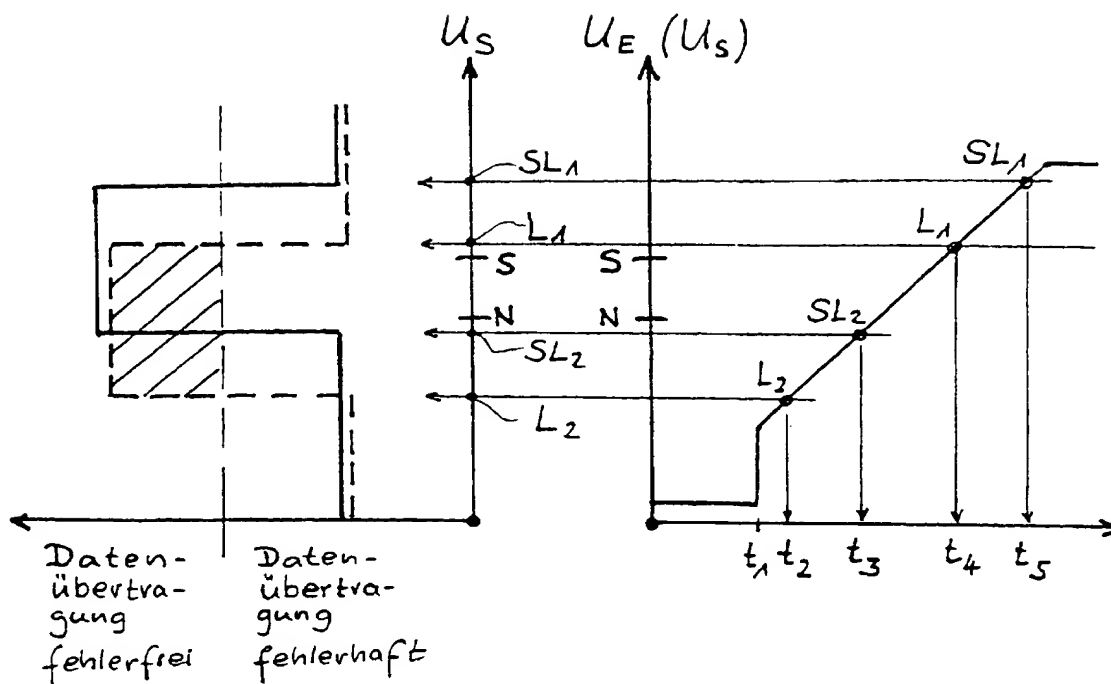


Fig. 14a

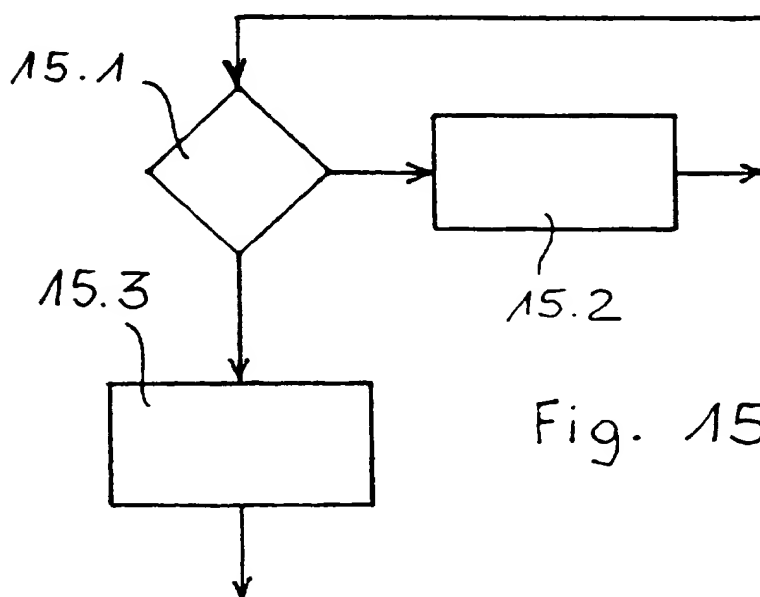
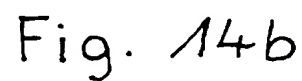
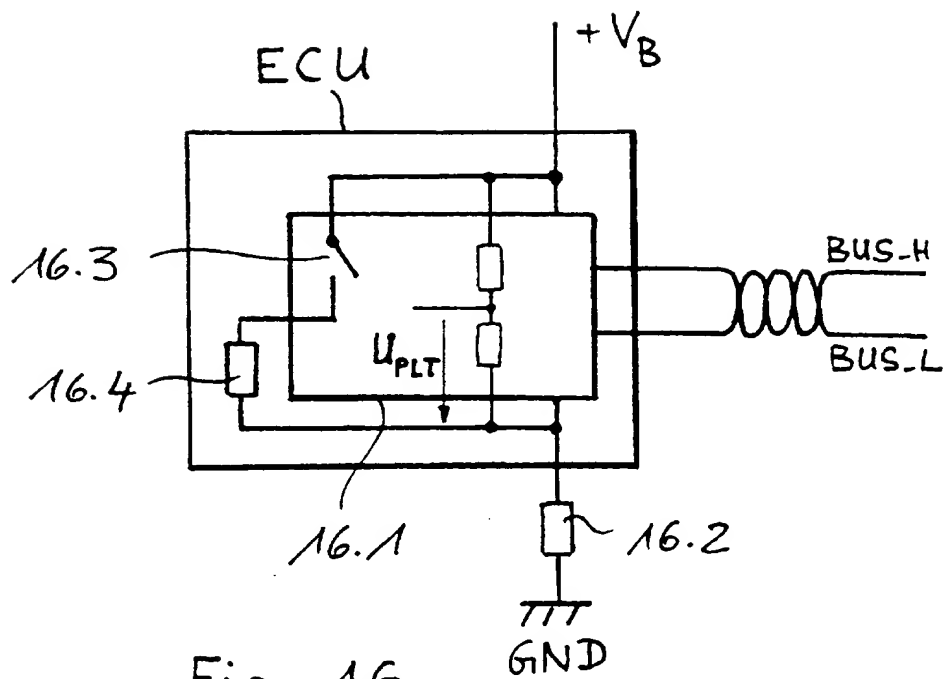


Fig. 15



# INTERNATIONAL SEARCH REPORT

National Application No.  
PCT/EP 97/01533

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER  
IPC 6 G01R31/00 H04L12/40

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

## B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)  
IPC 6 G01R H04L G06F B60R

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practical, search terms used)

## C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category *	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	DE 42 12 742 A (BAYERISCHE MOTOREN WERKE AG) 21 October 1993  see abstract see column 1, line 9 - line 24 see column 1, line 45 - line 52 see column 2, line 26 - line 36 see column 2, line 47 - line 59 see figure	1-3,7,8, 10,11, 13,16, 18,21,41
A	--- US 4 908 822 A (WROBLEWSKI THOMAS R) 13 March 1990 see abstract see column 10, line 31 - column 11, line 35 see figure 1  --- -/-	1-5,27, 37,41

☒ Further documents are listed in the continuation of box C.

☒ Patent family members are listed in annex.

### \* Special categories of cited documents:

- \*A\* document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance
- \*E\* earlier document but published on or after the international filing date
- \*L\* document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)
- \*O\* document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means
- \*P\* document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

- \*T\* later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention
- \*X\* document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone
- \*Y\* document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art.
- \*Z\* document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

1 July 1997

Date of mailing of the international search report

15.07.97

Name and mailing address of the ISA

European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2  
NL - 2280 HV Rijswijk  
Tel. (+ 31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl.  
Fax (+ 31-70) 340-3016

Authorized officer

Lopez-Carrasco, A

# INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International Application No

PCT/EP 97/01533

## C.(Continuation) DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category *	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	<p>EP 0 287 992 A (SIEMENS AG) 26 October 1988</p> <p>see column 1, line 37 - line 45  see column 2, line 24 - line 30  see column 3, line 21 - line 39  see figure 1</p> <p>-----</p>	<p>1-3,7,  10,11,  34,35,41</p>



# INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International Application No

PCT/EP 97/01533

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member(s)	Publication date
DE 4212742 A	21-10-93	NONE	
US 4908822 A	13-03-90	NONE	
EP 0287992 A	26-10-88	DE 3713825 A	10-11-88
		AT 107819 T	15-07-94
		DE 3850293 D	28-07-94

A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES  
IPK 6 G01R31/00 H04L12/40

Nach der Internationalen Patentklassifikation (IPK) oder nach der nationalen Klassifikation und der IPK

## B. RECHERCHIERTE GEBIETE

Recherchierter Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole)  
IPK 6 G01R H04L G06F B60R

Recherchierte aber nicht zum Mindestprüfstoff gehörende Veröffentlichungen, soweit diese unter die recherchierten Gebiete fallen

Während der internationalen Recherche konsultierte elektronische Datenbank (Name der Datenbank und evtl. verwendete Suchbegriffe)

## C. ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
A	DE 42 12 742 A (BAYERISCHE MOTOREN WERKE AG) 21. Oktober 1993  siehe Zusammenfassung siehe Spalte 1, Zeile 9 - Zeile 24 siehe Spalte 1, Zeile 45 - Zeile 52 siehe Spalte 2, Zeile 26 - Zeile 36 siehe Spalte 2, Zeile 47 - Zeile 59 siehe Abbildung  ---	1-3,7,8, 10,11, 13,16, 18,21,41
A	US 4 908 822 A (WROBLEWSKI THOMAS R) 13. März 1990 siehe Zusammenfassung siehe Spalte 10, Zeile 31 - Spalte 11, Zeile 35 siehe Abbildung 1  ---	1-5,27, 37,41
	---	
	-/--	

☒ Weitere Veröffentlichungen sind der Fortsetzung von Feld C zu entnehmen☒ Siehe Anhang Patentfamilie

\* Besondere Kategorien von angegebenen Veröffentlichungen :

"A" Veröffentlichung, die den allgemeinen Stand der Technik definiert, aber nicht als besonders bedeutsam anzusehen ist

"E" älteres Dokument, das jedoch erst am oder nach dem internationalen Anmeldedatum veröffentlicht worden ist

"L" Veröffentlichung, die geeignet ist, einen Prioritätsanspruch zweifelhaft erscheinen zu lassen, oder durch die das Veröffentlichungsdatum einer anderen im Recherchenbericht genannten Veröffentlichung belegt werden soll oder die aus einem anderen besonderen Grund angegeben ist (wie ausgeführt)

"O" Veröffentlichung, die sich auf eine mündliche Offenbarung, eine Benutzung, eine Ausstellung oder andere Maßnahmen bezieht

"P" Veröffentlichung, die vor dem internationalen Anmeldedatum, aber nach dem beanspruchten Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist

"T" Spätere Veröffentlichung, die nach dem internationalen Anmeldedatum oder dem Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist und mit der Anmeldung nicht kollidiert, sondern nur zum Verständnis des der Erfindung zugrundeliegenden Prinzips oder der ihr zugrundeliegenden Theorie angegeben ist

"X" Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann allein aufgrund dieser Veröffentlichung nicht als neu oder auf erfinderscher Tätigkeit beruhend betrachtet werden

"Y" Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann nicht als auf erfinderscher Tätigkeit beruhend betrachtet werden, wenn die Veröffentlichung mit einer oder mehreren anderen Veröffentlichungen dieser Kategorie in Verbindung gebracht wird und diese Verbindung für einen Fachmann naheliegend ist

"&amp;" Veröffentlichung, die Mitglied derselben Patentfamilie ist

Datum des Abschlusses der internationalen Recherche

1. Juli 1997

Absenddatum des internationalen Recherchenberichts

15. 07. 97

Name und Postanschrift der Internationalen Recherchenbehörde  
Europäisches Patentamt, P.B. 5818 Patentlaan 2  
NL - 2280 HV Rijswijk  
Tel. (+ 31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,  
Fax (+ 31-70) 340-3016

Bevollmächtigter Bediensteter

Lopez-Carrasco, A

## C.(Fortsetzung) ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

Kategorie	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
A	EP 0 287 992 A (SIEMENS AG) 26.Oktober 1988  siehe Spalte 1, Zeile 37 - Zeile 45 siehe Spalte 2, Zeile 24 - Zeile 30 siehe Spalte 3, Zeile 21 - Zeile 39 siehe Abbildung 1 -----	1-3,7, 10,11, 34,35,41

# INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

Internationales Aktenzeichen

PCT/EP 97/01533

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
DE 4212742 A	21-10-93	KEINE	
US 4908822 A	13-03-90	KEINE	
EP 0287992 A	26-10-88	DE 3713825 A	10-11-88
		AT 107819 T	15-07-94
		DE 3850293 D	28-07-94